

(121)

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2002-152288

(43)Date of publication of application : 24.05.2002

(51)Int.Cl.

H04L 25/49

H04B 10/00

H04L 25/02

(21)Application number : 2000-349259

(71)Applicant : MATSUSHITA ELECTRIC IND CO LTD

(22)Date of filing : 16.11.2000

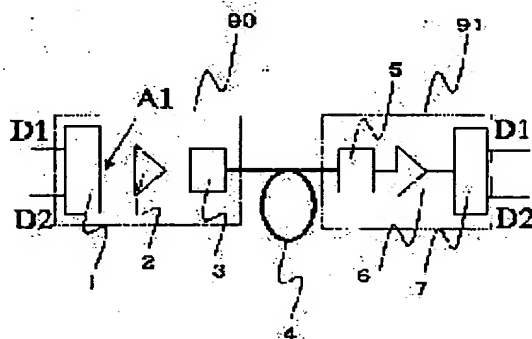
(72)Inventor : IIDA MASANORI  
ADACHI HISASHI  
ASAKURA HIROYUKI

## (54) OPTICAL TRANSMITTER, OPTICAL RECEIVER, OPTICAL TRANSMISSION SYSTEM AND OPTICAL TRANSMITTING DEVICE

## (57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To solve the problem of the conventional high-speed digital signal optical transmission, employing an optical fiber has had difficulty of stable operation at a low cost, in optical communication, optical CATV and mobile communication or the like.

SOLUTION: The optical transmitter is provided with a digital/analog converter 1, that receives M kinds of binary and/or multivalued signals and converts the signals into N (<M) kinds of signals, including at least a multi-value signal on the basis of a predetermined rule and with a semiconductor laser 3 that converts N kinds of signals into optical signals respectively. For the digital/ analog converter 1, combinations of the N kinds of signals are decided, in correspondence with any of combination patterns of M kinds of the signals on the basis of the above rule.



- 1 : デジタル・アナログ変換器
- 2 : 信号処理部
- 3 : 半導体レーザー
- 4 : オプティカルファイバー
- 5 : 受信機
- 6 : 光検出器
- 7 : アナログ・デジタル変換器
- 80 : 光出力部
- 91 : 光入力部

## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of

rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's  
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(P1)

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2002-152288

(P2002-152288A)

(43) 公開日 平成14年5月24日 (2002.5.24)

(51) Int.Cl.<sup>7</sup>

識別記号

F I

テームト\* (参考)

H 0 4 L 25/49

H 0 4 L 25/49

L 5 K 0 0 2

H 0 4 B 10/00

25/02

3 0 3 A 5 K 0 2 9

H 0 4 L 25/02

3 0 3

H 0 4 B 9/00

B

審査請求 未請求 請求項の数21 O L (全 12 頁)

(21) 出願番号

特願2000-349259 (P2000-349259)

(22) 出願日

平成12年11月16日 (2000.11.16)

(71) 出願人 000005821

松下電器産業株式会社

大阪府門真市大字門真1006番地

(72) 発明者 飯田 正憲

大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器

産業株式会社内

(72) 発明者 足立 寿史

大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器

産業株式会社内

(74) 代理人 100092794

弁理士 松田 正道

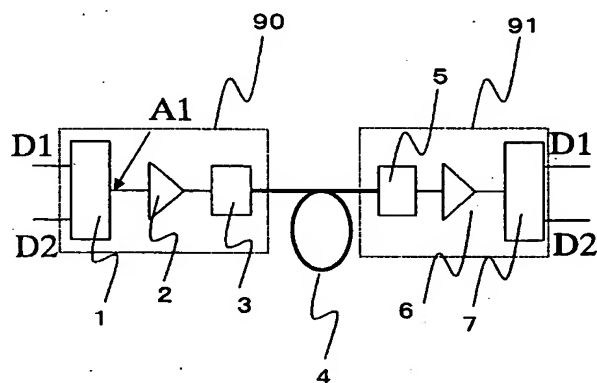
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 光送信器、光受信器、光伝送システム、および光伝送装置

(57) 【要約】

【課題】 光通信、光CATV、移動体通信等において、光ファイバを用いた高速デジタル信号光伝送を、低いコストで安定して行うことが困難であった。

【解決手段】 信号のとり得る値が2値および/または多値のM種類の信号を入力し、あらかじめ定められたルールに基づいて、少なくとも多値の信号を含むN (< M) 種類の信号へ変換するためのデジタル・アナログ変換器1と、N種類の各信号を、それぞれ光信号へ変換するための半導体レーザ3とを備え、デジタル・アナログ変換器1による変換に際し、N種類の各信号の値の組み合わせは、前記ルールに基づいて、M種類の信号の値の組み合わせの何れかのパターンに対応して決定されることを特徴とする光送信器。



- 1 : デジタル・アナログ変換器
- 2 : 信号増幅器
- 3 : 半導体レーザ
- 4 : 光ファイバ
- 5 : 光・電気変換部
- 6 : 増幅器
- 7 : アナログ・デジタル変換器
- 90 : 光送信器
- 91 : 光受信器

## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 信号のとり得る値が 2 値および／または多値の M 種類の信号を入力し、あらかじめ定められたルールに基づいて、少なくとも多値の信号を含む N (< M) 種類の信号へ変換するための送信側信号数変換手段と、

前記 N 種類の各信号を、それぞれ光信号へ変換するための送信側光信号変換手段とを備え、

前記送信側信号数変換手段による前記変換に際し、前記 N 種類の各信号の値の組み合わせは、前記ルールに基づいて、前記 M 種類の信号の値の組み合わせの何れかのパターンに対応して決定されることを特徴とする光送信器。

【請求項 2】 信号のとり得る値が 2 値および／または多値の M 種類の信号を利用し、あらかじめ定められたルールに基づく変換によって生成された少なくとも多値の信号を含む N (< M) 種類の信号に対し、光信号への光変換を行うことによって生成された N 種類の光信号を、それぞれ前記 N 種類の信号に復元するための変換を行う受信側光信号変換手段と、

前記それぞれ復元された N 種類の信号から、前記ルールに対応する所定の関係に基づいて、前記 M 種類の信号を復元するための変換を行う受信側信号数変換手段とを備え、

前記受信側信号数変換手段による前記変換に際し、前記 M 種類の各信号の値の組み合わせは、前記関係に基づいて、前記 N 種類の信号の値の組み合わせの何れかのパターンに対応して決定されることを特徴とする光受信器。

【請求項 3】 外部より入力された信号を分割することにより、前記 M 種類の 2 値および／または多値の信号を生成するための分割手段を備えたことを特徴とする請求項 1 記載の光送信器。

【請求項 4】 前記 M 種類の 2 値および／または多値の信号は、外部より入力された信号を分割することによって生成されており、前記復元された M 種類の 2 値および／または多値の信号を合成することにより、前記外部より入力された信号を復元するための合成手段を備えたことを特徴とする請求項 2 記載の光受信器。

【請求項 5】 前記 N 種類の信号の前記光信号への変換は、それぞれ波長の異なる光を利用して行われ、前記波長の異なる光を利用して変換された前記 N 種類の光信号を、N' (< N) 種類の光信号に合波するための合波手段を備え、

受信側への送信は、前記合波された N' (< N) 種類の光信号を利用して行われることを特徴とする請求項 1 記載の光送信器。

【請求項 6】 前記 N 種類の光信号は、波長の異なる光を利用する変換によって生成され、N' 種類の光信号に合波されて送信され、

前記合波されて前記送信されてくる N' 種類の光信号を分離することにより、前記 N 種類の光信号を復元するための分離手段を備えたことを特徴とする請求項 2 記載の光受信器。

【請求項 7】 所定の規則に基づいて受信側に送信される、前記光信号のレベル変動の補正に利用されるためのパイロット信号を生成するパイロット信号生成手段を備えたことを特徴とする請求項 1 記載の光送信器。

【請求項 8】 送信側より送信されてくる、前記光信号のレベル変動の補正に利用されるためのパイロット信号を利用することにより、前記光信号のレベル変動の補正を行うためのレベル変動補正手段を備えたことを特徴とする請求項 2 記載の光受信器。

【請求項 9】 前記 N 種類の信号に対して、前記光信号の波形劣化を補償するための予変調手段を備えたことを特徴とする請求項 1 記載の光送信器。

【請求項 10】 前記復元された N 種類の信号に対して、前記波形劣化を補償するための等価手段を備えたことを特徴とする請求項 2 記載の光受信器。

【請求項 11】 前記パイロット信号は、前記 M 種類の 2 値および／または多値の信号の所定の時間スロット内のビットを基準値とすることにより生成され、前記所定の規則に基づいて受信側に送信されることは、前記 N 種類の信号の前記光信号への変換を利用して、前記光信号の一部として受信側に送信されることであることを特徴とする請求項 7 記載の光送信器。

【請求項 12】 前記パイロット信号は、前記 M 種類の 2 値および／または多値の信号の所定の時間スロット内のビットを基準値とすることにより生成され、前記パイロット信号を利用するとは、前記所定の時間スロットにおける基準値を取り出すことであることを特徴とする請求項 8 記載の光受信器。

【請求項 13】 前記パイロット信号は、光信号への変換を行われ、前記所定の規則に基づいて受信側に送信されることは、専用の光伝送路を利用して受信側に送信されることであることを特徴とする請求項 7 記載の光送信器。

【請求項 14】 前記パイロット信号は、光信号への変換を行われ、専用の光伝送路を利用して受信側に送信され、前記パイロット信号を利用するとは、前記専用の光伝送路を利用して受信側に送信されてくる光信号から前記パイロット信号を復元して利用することであることを特徴とする請求項 8 記載の光受信器。

【請求項 15】 前記パイロット信号は、光信号への変換を行われ、前記所定の規則に基づいて受信側に送信されることは、前記 N 種類の光信号の全部または一部に合波された上で受信側に送信されることであることを特徴とする請求項 7 記載の光送信器。

【請求項 16】 前記パイロット信号は、光信号への変換を行われ、前記 N 種類の光信号の全部または一部に合波された上で受信側に送信され、

前記パイロット信号を利用するとは、前記 N 種類の光信号の全部または一部に合波された上で受信側に送信されてくる光信号を分離し、前記パイロット信号を復元して利用することであることを特徴とする請求項 8 記載の光受信器。

【請求項 17】 前記 M 種類の 2 値および／または多値の信号は、RZ (return to zero) 信号 10 であることを特徴とする請求項 1 記載の光送信器。

【請求項 18】 信号のとり得る値が 2 値および／または多値の M 種類の信号を入力し、あらかじめ定められたルールに基づいて、少なくとも多値の信号を含む N (< M) 種類の信号へ変換するための送信側信号数変換手段と、前記 N 種類の各信号を、それぞれ光信号へ変換するための送信側光信号変換手段とを有し、前記送信側信号数変換手段による前記変換に際し、前記 N 種類の各信号の値の組み合わせは、前記ルールに基づいて、前記 M 種類の信号の値の組み合わせの何れかのパターンに対応して決定される光送信器と、

前記送信側光信号変換手段による前記変換によって生成された N 種類の光信号を、それぞれ前記 N 種類の信号に復元するための変換を行う受信側光信号変換手段と、前記それぞれ復元された N 種類の信号から、前記ルールに対応する所定の関係に基づいて、前記 M 種類の信号を復元するための変換を行う受信側信号数変換手段とを有し、前記受信側信号数変換手段による前記変換に際し、前記 M 種類の各信号の値の組み合わせは、前記関係に基づいて、前記 N 種類の信号の値の組み合わせの何れかのパターンに対応して決定される光受信器と、

前記光送信器と前記光受信器とを接続する、光信号を送送するための光伝送路とを備えたことを特徴とする光伝送システム。

【請求項 19】 前記 M 種類の 2 値および／または多値の信号とは、前記 M 種類の 2 値および／または多値の信号  $S_1, \dots, S_M$  であり、

前記少なくとも多値の信号を含む N 種類の信号とは、前記少なくとも多値の信号を含む N 種類の信号

$T_1, \dots, T_N$  であり、

前記 N 種類の各信号の値の組み合わせは前記ルールに基づいて前記 M 種類の信号の値の組み合わせの何れかのパターンに対応して決定されることは、(1) 任意の  $i$  ( $1 \leq i \leq M$ ) に対して、信号  $S_i$  は前記 M 種類の信号を要素とする  $L$  ( $N \leq L < M$ ) 個のグループ  $G_1, \dots, G_L$  の何れかに属し、(2) 任意の  $j$  ( $1 \leq j \leq N$ ) に対して、信号  $T_j$  は前記 N 種類の信号を要素とする  $L$  個のグループ  $H_1, \dots, H_L$  の何れかに属し、(3) 任意の  $k$  ( $1 \leq k \leq L$ ) に対して、グループ  $H_k$  に属する信号の種類はグループ  $G_k$  に属する信号の種類よりも少

なく、グループ  $H_k$  に属する各信号の値の組み合わせはグループ  $G_k$  に属する信号の値の組み合わせの何れかのパターンに対応して決定されることを特徴とする請求項 18 記載の光伝送システム。

【請求項 20】 前記グループ  $H_k$  に属する信号の種類はグループ  $G_k$  に属する信号の種類よりも少ないとは、 $L = N$  であって、前記グループ  $H_k$  に属する信号は信号  $T_k$  の一種類のみであることであり、グループ  $H_k$  に属する各信号の値の組み合わせはグループ  $G_k$  に属する信号の値の組み合わせの何れかのパターンに対応して決定されることは、所定のタイミングにおける信号  $T_k$  の値は、そのタイミングにおけるグループ  $G_k$  に属する信号の値の組み合わせの何れかのパターンと一対一に対応して決定されることを特徴とする請求項 19 記載の光伝送システム。

【請求項 21】 請求項 1 記載の光送信器と、請求項 2 記載の光受信器とを備えたことを特徴とする光伝送装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、例えば、光通信や CATV、光計測、移動体通信等に用いられる光送信器、光受信器、光伝送システム、および光伝送装置に関する。

【0002】

【従来の技術】近年、映像監視システムや CATV、加入者系、あるいは移動体通信等において光ファイバの低損失、広帯域特性を活かした多チャンネルの映像や音声あるいはデータをデジタル信号化しての光伝送が、実用化している。これらにおいてはあらゆる媒体がデジタル化されるためデータ伝送速度が高速化する傾向にある。

【0003】はじめに、図 9 および図 10 (a) ~

(c) を参照しながら、従来の光伝送システムの構成と動作について説明する。なお、図 9 は、従来の光伝送システムの構成図である。また、図 10 (a) は、D1 におけるデジタル信号の時間変動の説明図、図 10 (b) は、D2 におけるデジタル信号の時間変動の説明図、図 10 (c) は、時分割多重器 100 の出力 (図 9 の B1) における時分割多重信号の時間変動の説明図である。

【0004】光送信器 800 側において、D1、D2 における 2 系統のデジタル信号は、時分割多重器 100 に入力される。これらは、時分割多重され、一つの信号として B1 (図 10 (c) 参照) から出力され、増幅器 200 で増幅され、電気・光変換器 300 に入力される。増幅器 200 で増幅された電気信号は、電気・光変換器 300 で光信号に変換され、光ファイバ 400 により光受信器 801 側へ伝送される。

【0005】伝送された光信号は、光受信器 801 に入力され、光・電気変換器 500 で電気信号に変換され、

前置された増幅器600で増幅される。そして、増幅された電気信号は、時分割器700に入力され、2系統のデジタル信号D1、D2に分割されて出力される。

#### 【0006】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、従来の上記方式では、B1での信号は、D1及びD2での信号を時分割多重しているため、2倍のデータレート（時間間隔0.5Ts）となって電気・光変換器で光信号に変換されることになる。さらに、光受信器においても、この高速光信号を受信することになる。

【0007】よって、電気・光変換器及び光・電気変換器に求められる応答性が高速でなければならず、伝送するデジタル信号の系統数が増加すれば、コストの高い光伝送デバイス（例えば半導体レーザや光検出器であるフォトダイオード）が必要となる。なぜならば、伝送性能の安定性を図るためには、高精度な温度制御や高周波回路設計が必要であるからである。

【0008】本発明は、上記従来のこのような課題を考慮し、高速のデジタル信号を光伝送する際に、光伝送デバイスの要求性能を緩和できる、構成が簡単・低コストな光伝送システムを構築することができる光送信器、光受信器、光伝送装置、および光伝送システムを提供することを目的とする。

#### 【0009】

【課題を解決するための手段】第一の本発明（請求項1に対応）は、信号のとり得る値が2値および/または多値のM種類の信号を入力し、あらかじめ定められたルールに基づいて、少なくとも多値の信号を含むN（<M）種類の信号へ変換するための送信側信号数変換手段と、前記N種類の各信号を、それぞれ光信号へ変換するための送信側光信号変換手段とを備え、前記送信側信号数変換手段による前記変換に際し、前記N種類の各信号の値の組み合わせは、前記ルールに基づいて、前記M種類の信号の値の組み合わせの何れかのパターンに対応して決定されることを特徴とする光送信器である。

【0010】第二の本発明（請求項2に対応）は、信号のとり得る値が2値および/または多値のM種類の信号を利用し、あらかじめ定められたルールに基づく変換によって生成された少なくとも多値の信号を含むN（<M）種類の信号に対し、光信号への光変換を行うことによって生成されたN種類の光信号を、それぞれ前記N種類の信号に復元するための変換を行う受信側光信号変換手段と、前記それぞれ復元されたN種類の信号から、前記ルールに対応する所定の関係に基づいて、前記M種類の信号を復元するための変換を行う受信側信号数変換手段とを備え、前記受信側信号数変換手段による前記変換に際し、前記M種類の各信号の値の組み合わせは、前記関係に基づいて、前記N種類の信号の値の組み合わせの何れかのパターンに対応して決定されることを特徴とする光受信器である。

【0011】第三の本発明（請求項3に対応）は、外部より入力された信号を分割することにより、前記M種類の2値および/または多値の信号を生成するための分割手段を備えたことを特徴とする第一の本発明の光送信器である。

【0012】第四の本発明（請求項4に対応）は、前記M種類の2値および/または多値の信号は、外部より入力された信号を分割することによって生成されており、前記復元されたM種類の2値および/または多値の信号を合成することにより、前記外部より入力された信号を復元するための合成手段を備えたことを特徴とする第二の本発明の光受信器である。

【0013】第五の本発明（請求項5に対応）は、前記N種類の信号の前記光信号への変換は、それぞれ波長の異なる光を利用して行われ、前記波長の異なる光を利用して変換された前記N種類の光信号を、N'（<N）種類の光信号に合波するための合波手段を備え、受信側への送信は、前記合波されたN'（<N）種類の光信号を利用して行われることを特徴とする第一の本発明の光送信器である。

【0014】第六の本発明（請求項6に対応）は、前記N種類の光信号は、波長の異なる光を利用する変換によって生成され、N'種類の光信号に合波されて送信され、前記合波されて前記送信されてくるN'種類の光信号を分離することにより、前記N種類の光信号を復元するための分離手段を備えたことを特徴とする第二の本発明の光受信器である。

【0015】第七の本発明（請求項7に対応）は、所定の規則に基づいて受信側に送信される、前記光信号のレベル変動の補正に利用されるためのパイロット信号を生成するパイロット信号生成手段を備えたことを特徴とする第一の本発明の光送信器である。

【0016】第八の本発明（請求項8に対応）は、送信側より送信されてくる、前記光信号のレベル変動の補正に利用されるためのパイロット信号を利用することにより、前記光信号のレベル変動の補正を行うためのレベル変動補正手段を備えたことを特徴とする第二の本発明の光受信器である。

【0017】第九の本発明（請求項9に対応）は、前記N種類の信号に対して、前記光信号の波形劣化を補償するための予変調手段を備えたことを特徴とする第一の本発明の光送信器である。

【0018】第十の本発明（請求項10に対応）は、前記復元されたN種類の信号に対して、前記波形劣化を補償するための等価手段を備えたことを特徴とする第二の本発明の光受信器である。

【0019】第十一の本発明（請求項11に対応）は、前記パイロット信号は、前記M種類の2値および/または多値の信号の所定の時間スロット内のビットを基準値とすることにより生成され、前記所定の規則に基づいて

受信側に送信されるとは、前記N種類の信号の前記光信号への変換を利用して、前記光信号の一部として受信側に送信されることを特徴とする第七の本発明の光送信器である。

【0020】第十二の本発明（請求項12に対応）は、前記パイロット信号は、前記M種類の2値および／または多値の信号の所定の時間スロット内のビットを基準値とすることにより生成され、前記パイロット信号を利用するとは、前記所定の時間スロットにおける基準値を取り出すことであることを特徴とする第八の本発明の光受信器である。

【0021】第十三の本発明（請求項13に対応）は、前記パイロット信号は、光信号への変換を行われ、前記所定の規則に基づいて受信側に送信されるとは、専用の光伝送路を利用して受信側に送信されることを特徴とする第七の本発明の光送信器である。

【0022】第十四の本発明（請求項14に対応）は、前記パイロット信号は、光信号への変換を行われ、専用の光伝送路を利用して受信側に送信され、前記パイロット信号を利用するとは、前記専用の光伝送路を利用して受信側に送信されてくる光信号から前記パイロット信号を復元して利用することであることを特徴とする第八の本発明の光受信器である。

【0023】第十五の本発明（請求項15に対応）は、前記パイロット信号は、光信号への変換を行われ、前記所定の規則に基づいて受信側に送信されるとは、前記N種類の光信号の全部または一部に合波された上で受信側に送信されることを特徴とする第七の本発明の光送信器である。

【0024】第十六の本発明（請求項16に対応）は、前記パイロット信号は、光信号への変換を行われ、前記N種類の光信号の全部または一部に合波された上で受信側に送信され、前記パイロット信号を利用するとは、前記N種類の光信号の全部または一部に合波された上で受信側に送信されてくる光信号を分離し、前記パイロット信号を復元して利用することであることを特徴とする第八の本発明の光受信器である。

【0025】第十七の本発明（請求項17に対応）は、前記M種類の2値および／または多値の信号は、RZ（return to zero）信号であることを特徴とする第一の本発明の光送信器である。

【0026】第十八の本発明（請求項18に対応）は、信号のとり得る値が2値および／または多値のM種類の信号を入力し、あらかじめ定められたルールに基づいて、少なくとも多値の信号を含むN（ $< M$ ）種類の信号へ変換するための送信側信号数変換手段と、前記N種類の各信号を、それぞれ光信号へ変換するための送信側光信号変換手段とを有し、前記送信側信号数変換手段による前記変換に際し、前記N種類の各信号の値の組み合わせは、前記ルールに基づいて、前記M種類の信号の値の

組み合わせの何れかのパターンに対応して決定される光送信器と、前記送信側光信号変換手段による前記変換によって生成されたN種類の光信号を、それぞれ前記N種類の信号に復元するための変換を行う受信側光信号変換手段と、前記それぞれ復元されたN種類の信号から、前記ルールに対応する所定の関係に基づいて、前記M種類の信号を復元するための変換を行う受信側信号数変換手段とを有し、前記受信側信号数変換手段による前記変換に際し、前記M種類の各信号の値の組み合わせは、前記関係に基づいて、前記N種類の信号の値の組み合わせの何れかのパターンに対応して決定される光受信器と、前記光送信器と前記光受信器とを接続する、光信号を伝送するための光伝送路とを備えたことを特徴とする光伝送システムである。

【0027】第十九の本発明（請求項19に対応）は、前記M種類の2値および／または多値の信号とは、前記M種類の2値および／または多値の信号 $S_1, \dots, S_M$ であり、前記少なくとも多値の信号を含むN種類の信号とは、前記少なくとも多値の信号を含むN種類の信号 $T_1, \dots, T_N$ であり、前記N種類の各信号の値の組み合わせは前記ルールに基づいて前記M種類の信号の値の組み合わせの何れかのパターンに対応して決定されるとは、（1）任意の $i$ （ $1 \leq i \leq M$ ）に対して、信号 $S_i$ は前記M種類の信号を要素とする $L$ （ $N \leq L < M$ ）個のグループ $G_1, \dots, G_L$ の何れかに属し、（2）任意の $j$ （ $1 \leq j \leq N$ ）に対して、信号 $T_j$ は前記N種類の信号を要素とする $L$ 個のグループ $H_1, \dots, H_L$ の何れかに属し、（3）任意の $k$ （ $1 \leq k \leq L$ ）に対して、グループ $H_k$ に属する信号の種類はグループ $G_k$ に属する信号の種類よりも少なく、グループ $H_k$ に属する各信号の値の組み合わせはグループ $G_k$ に属する信号の値の組み合わせの何れかのパターンに対応して決定されることを特徴とする第十八の本発明の光伝送システムである。

【0028】第二十の本発明（請求項20に対応）は、前記グループ $H_k$ に属する信号の種類はグループ $G_k$ に属する信号の種類よりも少ないとは、 $L = N$ であって、前記グループ $H_k$ に属する信号は信号 $T_k$ の一種類のみであることであり、グループ $H_k$ に属する各信号の値の組み合わせはグループ $G_k$ に属する信号の値の組み合わせの何れかのパターンに対応して決定されるとは、所定のタイミングにおける信号 $T_k$ の値は、そのタイミングにおけるグループ $G_k$ に属する信号の値の組み合わせの何れかのパターンと一対一に対応して決定されることを特徴とする第十九の本発明の光伝送システムである。

【0029】第二十一の本発明（請求項21に対応）は、第一の本発明の光送信器と、第二の本発明の光受信器とを備えたことを特徴とする光伝送装置である。

【0030】

【発明の実施の形態】以下では、本発明にかかる実施の

形態について、図面を参照しつつ説明を行う。

【0031】（実施の形態1）はじめに、図1および図2（a）～（c）を参照しながら、本実施の形態1の光伝送システムの構成について説明する。なお、図1は、本実施の形態の光伝送システムの構成図である。また、図2（a）は、D1におけるデジタル信号の時間変動の説明図、図2（b）は、D2におけるデジタル信号の時間変動の説明図、図2（c）は、デジタル・アナログ変換器1の出力（図1のA1）における時分割多重信号の時間変動の説明図である。

【0032】図1に示す様に、光伝送システムは、光送信器90と光受信器91から構成される。

【0033】光送信器90は、デジタル・アナログ変換器1、信号増幅器2、電気・光変換を行う半導体レーザ3で構成される。なお、光送信器90からの光信号は、光ファイバ4で伝送され、光受信器91に入力する。光受信器91は、光・電気変換部5、増幅器6とアナログ・デジタル変換器7によって構成される。

【0034】なお、デジタル・アナログ変換器1は本発明の送信側信号数変換手段に対応し、半導体レーザ3は本発明の送信側光信号変換手段に対応する。また、光・電気変換部5は本発明の受信側光信号変換手段に対応し、アナログ・デジタル変換器7は本発明の受信側信号数変換手段に対応する。

【0035】つぎに、本実施の形態の光伝送システムの動作について説明する。

【0036】光送信器90には、図2（a）に示すデジタル信号が入力D1に、図2（b）に示すデジタル信号が入力D2に入力される。この入力信号は、それぞれデジタル・アナログ変換器1における上位ビット（本実施の形態ではD1）と下位ビット（本実施の形態ではD2）に相当するようになっている。

【0037】デジタル・アナログ変換器1では、各時間スロットTsの間で入力される並列デジタル信号を多値信号に変換する。つまり、デジタル・アナログ変換器1からの出力（A1）からは、並列出力される信号の上位ビットをD1に、下位ビットをD2に対応させるため、入力D1、D2に応じた4値のレベルを持つ多値信号として、図2（c）のような出力信号が得られる。

【0038】この信号を、増幅器2で増幅した後半導体レーザ3で光信号に変換し、光ファイバ4で伝送する。

【0039】光受信器91側では、伝送された光信号を、（1）光・電気変換部5にて電気信号に変換し、（2）増幅器6にて後段のアナログ・デジタル変換器7でのアナログ・デジタル変換に必要な所定レベルまで増幅し、（3）アナログ・デジタル変換器7にてデジタル信号に変換する。

【0040】この際、並列出力される信号の上位ビットをD1に、下位ビットをD2に対応させることにより、D1には図2（a）の信号が、D2には図2（b）の信

号が、それぞれ出力されることになる。

【0041】以上のような構成により、信号を多重させる方式としてデジタル・アナログ変換を用いれば、光伝送する信号の変動時間をデジタル・アナログ変換器に入力するデジタル信号の時間スロットと同じにすることができ、しかも伝送する等価的な伝送速度は2倍にすることができる。

【0042】これにより、光伝送デバイスの応答性を、多重する信号数とは無関係にすることができる。したがって、装置としてみた場合の、コスト割合の高い光デバイスとして、広帯域応答性が必要でない低コストな半導体レーザ（例えば同軸型または表面実装型モジュール）やフォトダイオードなどの光・電気変換素子を用いることができる。

【0043】なお、本実施の形態では、光送信器への入力を2系統としたが、これに限らず入力信号数が多くてもよい。その場合、デジタル・アナログ変換器からの出力信号の多値信号のレベル数は多くなるが、光デバイスの応答性は同じでよい。

【0044】また、本実施の形態では、光送信器への入力信号を同じ伝送速度としたが、これに限らず、互いに伝送速度が整数倍の関係にあれば、光伝送デバイスは、入力信号のうち速度の速い信号の応答性を確保しておけばよい。

【0045】たとえば、入力信号が3系統であり、それらの入力が時間スロットTs、2Ts、3Tsで行われるときには、時間スロットTsに対応する速度への応答性を確保しておけばよい。

【0046】要するに、最も速度の速い入力信号の時間スロットを、デジタル・アナログ変換器からの出力信号のレベルを決めるための時間単位とすればよい。もちろん、最も速度の速い入力信号以外のより速度の遅い入力信号に対応する出力信号は、その時間スロットに含まれるような最も速度の速い入力信号の各時間スロットにおいて、同じレベルをとるようにする。なお、デジタル・アナログ変換器に入力される各入力信号のレベルが確定している時間タイミングには、大きなずれがあってはならない。なぜならば、このタイミングに大きなずれがあると、出力信号のレベルを決定する際（たとえばレベルが0から1に変化する際）のように出力が不安定になるときに、出力信号のレベルに誤りが生じてしまうことがあるからである。

【0047】（実施の形態2）つぎに、図3を参照しながら、本実施の形態2の光伝送システムの構成について説明する。なお、図3は、本実施の形態の光伝送システムの構成図である。

【0048】同図に示す様に、光伝送システムは、光送信器92と光受信器93から構成される。

【0049】光送信器92は、信号分割器（以下、DEMUXと称する）8とデジタル・アナログ変換器11、



12、信号増幅部21、22、電気・光変換を行う半導体レーザ31、32で構成される。なお、光送信器93からの2つの光信号は、各々光ファイバ41、42で伝送され、光受信器93に入力される。光受信器93は、光・電気変換部51、52、増幅器61、62、アナログ・デジタル変換器71、72、そして時間軸上に信号を多重する信号多重合成器（以下、MUXと称する）9によって構成される。

【0050】なお、信号分割器8は本発明の分割手段に対応し、デジタル・アナログ変換器11、12を含む手段は本発明の送信側信号数変換手段に対応し、半導体レーザ31、32を含む手段は本発明の送信側光信号変換手段に対応する。また、信号多重合成器9は本発明の合成手段に対応し、光・電気変換部51、52を含む手段は本発明の受信側光信号変換手段に対応し、アナログ・デジタル変換器71、72を含む手段は本発明の受信側信号数変換手段に対応する。

【0051】つぎに、本実施の形態の光伝送システムの動作について説明する。

【0052】高速のデジタル信号（例えば10Gbps）が、入力信号線25より光送信器92に入力され、DEMUX8によって、時系列的に4分割（各信号は2.5Gbps相当）され、D1～D4に出力される。

【0053】D1、D2のデジタル信号は、デジタル・アナログ変換器11で多値レベルを持つ出力信号となっており、増幅器21を介し、半導体レーザ31で光信号となり、光ファイバ41を伝送される。同様に、D3、D4のデジタル信号は、デジタル・アナログ変換器12で多値レベルを持つ出力信号となっており、増幅器22を介し、半導体レーザ32で光信号となり、光ファイバ42を伝送される。

【0054】光受信器93側においては、光ファイバ41からの光信号は、光・電気変換器51にて電気信号に変換され、増幅器61にて後段のアナログ・デジタル変換器71でのアナログ・デジタル変換に必要な所定レベルまで増幅され、アナログ・デジタル変換器71にてデジタル信号に変換される。同様に、光ファイバ42からの光信号は、光・電気変換器52にて電気信号に変換され、増幅器62にて後段のアナログ・デジタル変換器72でのアナログ・デジタル変換に必要な所定レベルまで増幅され、アナログ・デジタル変換器72にてデジタル信号に変換される。

【0055】こうして得られた4系統の並列デジタル信号は、MUX9にて時分割多重され、信号線26から出力される。なお、各信号の時間タイミングを合わせるためには、例えば、光ファイバ41、42として、2芯のテープ芯線を用いればよい。

【0056】以上のような構成により、高速のデジタル信号を時分割していくつかの低速な信号とし、これをいくつかのデジタル・アナログ変換器を用いて多値レベル

信号に変換し、応答速度性能が厳しくない低コストな光伝送デバイスを用いて光ファイバで伝送することにより、等価的に高速伝送できるシステムを低コストで提供することができる。

【0057】なお、本実施の形態では、DEMUXは4分割を行い、デジタル・アナログ変換する部分は2系統だけ設けられるような具体例を示した。しかし、これに限らず、分割数やデジタル・アナログ変換の系統数は、多値レベルの信号識別が光受信器内のアナログ・デジタル変換器で可能な範囲であればよく、特に制限はない。

【0058】（実施の形態3）つぎに、図4を参照しながら、本実施の形態3の光伝送システムの構成と動作について説明する。なお、図4は、本実施の形態の光伝送システムの構成図である。

【0059】本実施の形態の光伝送システムは、前述した本実施の形態2の光伝送システム（図3参照）と、主として以下の二点において異なっている。すなわち、

（1）光送信器94においては、増幅器21からの多値レベル信号を半導体レーザ33で、また増幅器22からの多値レベル信号を半導体レーザ34でそれぞれ光信号に変換する際、半導体レーザ33と半導体レーザ34とは異なる波長で発振し、これらによって変換された光信号は、光合波器35で波長多重化されて1本の光ファイバ34で伝送される点、（2）光受信器95においては、波長多重された光信号を光分波器36で波長分離し、各々の波長の光を光・電気変換器53、54で電気信号に変換し、増幅器63、64にてアナログ・デジタル変換に必要な所定レベルまで増幅し、アナログ・デジタル変換器71、72にてデジタル信号に変換する点である。

【0060】なお、光合波器35は本発明の合波手段に対応する。また、光分波器36は本発明の分離手段に対応する。

【0061】このような構成にすることにより、単一光伝送路で光伝送システムを構築でき、複数の系統の信号を追加しても、波長の異なる半導体レーザと光合波器を追加あるいは置換することにより、システム拡張性を容易にできる。

【0062】なお、本発明の合波は、上述された本実施の形態では、二つの光信号を一つの光信号に合成することにより行われた。しかし、本発明の合波は、これに限らず、要するに、波長の異なる光を利用して変換されたN個の光信号をN'（<N）個の光信号に合成することにより行われればよい。

【0063】（実施の形態4）つぎに、図5（a）～（c）を参照しながら、本実施の形態4の光伝送システムの構成と動作について説明する。なお、図5（a）は、D1におけるデジタル信号の時間変動の説明図、図5（b）は、D2におけるデジタル信号の時間変動の説明図、図5（c）は、デジタル・アナログ変換器1の出

力における時分割多重信号の時間変動の説明図である。

【0064】本実施の形態の光伝送システムの構成は、前述した本実施の形態1の光伝送システムの構成と同様である。ただし、本実施の形態においては、デジタル・アナログ変換器1（図1参照）に入力するD1、D2での信号を、図5（a）、（b）に示すように、単位時間スロットTs内で1レベルであっても必ず0レベルに戻るRZ（Return Zero）信号とする。これによって、デジタル・アナログ変換器1からの多値レベル信号も、図5（c）に示すように、単位時間スロット内で0レベルに戻るような信号として出力される。

【0065】このような信号方式にすることにより、信号のレベルは、単位時間スロット内で必ず0レベルに戻る。したがって、伝送帯域としては、低い周波数領域は必要なく、単位時間スロット内でのRZ信号のパルス応答ができる程度の帯域であれば十分であり、広帯域な特性を伝送系として必要としないシステムを構築できる。

【0066】なお、本実施の形態では、入力信号としてRZ信号を用いる例を示したが、通常の高速デジタル信号発生器では、信号がNRZ（non-return zero）信号として生成される。そのため、デジタル・アナログ変換器の前段にNRZ-RZ変換器（図示せず）を挿入して、NRZ-RZ変換を行ってもよい。

【0067】（実施の形態5）つぎに、図6を参照しながら、本実施の形態5の光伝送システムの構成と動作について説明する。なお、図6は、本実施の形態の光伝送システムの構成図である。

【0068】本実施の形態の光伝送システムは、前述した本実施の形態1の光伝送システム（図1参照）と、主として以下の二点において異なっている。すなわち、

（1）光送信器96は、パイロット信号を入力する信号入力部Pを有し、増幅器23を介して入力したパイロット信号を、半導体レーザ38で光信号に変換し、光ファイバ45に出力する点、（2）光受信器97は、光ファイバ45からの光信号を、光・電気変換器56で電気信号に変換し、増幅器66でアナログ・デジタル変換器10におけるアナログ・デジタル変換を行う際の参照レベル（例えば1レベル）となるように増幅して、アナログ・デジタル変換器10の入力部Pに入力する点である。

【0069】なお、パイロット信号を入力する信号入力部Pを含む手段は本発明のパイロット信号生成手段に対応する。また、アナログ・デジタル変換器10の入力部Pを含む手段は本発明のレベル変動補正手段に対応する。

【0070】このような構成により、参照レベルにあたるパイロット信号を別途設けて伝送すれば、信号伝送時の全体的なレベル変動を補正し、光受信器での正常なアナログ・デジタル変換ができる。

【0071】なお、本実施の形態では、パイロット信号を伝送する光ファイバを別途設けたが、半導体レーザ3

7と半導体レーザ38の発振波長を異なるものとし、光合波器を用いて波長多重する事によって、1本の光ファイバで伝送することもできる。その際には、光受信器で光分波器を設け、波長多重された光信号を波長分離する。

【0072】（実施の形態6）つぎに、図7（a）～（c）を参照しながら、本実施の形態6の光伝送システムの構成と動作について説明する。なお、図7（a）は、D1におけるデジタル信号の時間変動の説明図、図7（b）は、D2におけるデジタル信号の時間変動の説明図、図7（c）は、デジタル・アナログ変換器1の、パイロット信号が挿入された出力信号の時間変動の説明図である。

【0073】本実施の形態の光伝送システムの構成は、前述した本実施の形態5の光伝送システム（図6参照）の構成と同様である。ただし、本実施の形態においては、パイロット信号を、予め光送信器のデジタル・アナログ変換器内で発生させ、D1、D2からの入力信号（図7（a）、（b）参照）によるデジタル・アナログ変換信号の中に挿入するようにして、デジタル・アナログ変換器から出力する。

【0074】出力信号の例としては、図7（c）に示すように、1レベルのパイロット信号75、76が、挿入されRZ信号化されたものである。

【0075】光受信器において、光信号として伝送されてきたデジタル・アナログ変換器からの出力信号は、電気信号に変換される。そして、アナログ・デジタル変換器は、入力された信号（図7（c）参照）からパイロット信号を抽出し、そのレベルを参照しながらアナログ・デジタル変換を行うものである。

【0076】このような構成にすることにより、電気的な時間多重でパイロット信号を添付送信し、信号伝送時の全体的なレベル変動を補正し、光受信器での正常なアナログ・デジタル変換ができる。

【0077】なお、パイロット信号の挿入は、上述された本実施の形態では、パイロット信号75、76を、D1、D2からの入力信号の空きスロットを見いだして挿入することによって行われた。しかし、これに限らず、パイロット信号の挿入は、たとえば、D1、D2からの入力信号をシフトさせることにより、パイロット信号の挿入を行うための空きスロットを積極的に生成することによって行われてもよい。また、パイロット信号は、上述された本実施の形態では、RZ信号化されていたが、これに限らず、RZ信号化されていなくてもよい。

【0078】（実施の形態7）つぎに、図8を参照しながら、本実施の形態7の光伝送システムの構成と動作について説明する。なお、図8は、本実施の形態の光伝送システムの構成図である。

【0079】本実施の形態の光伝送システムは、前述した本実施の形態1の光伝送システム（図1参照）と、主

として以下の二点において異なっている。すなわち、

(1) 光送信器98において、増幅器2と半導体レーザー3の間に、光伝送中の波形劣化を補正するための予変調部81を設けている点、(2) 光受信部99において、増幅器6とアナログ・デジタル変換器7の間に、光伝送中の波形劣化を補正する補償部82を設けている点である。

【0080】このような構成にすることにより、光ファイバ4での波長分散等の影響による波形ひずみを補正して、光受信部での正常なアナログ・デジタル変換が行える。

【0081】また、半導体レーザーや光・電気変換部の周波数応答性を補完するように、予変調部や補償部を設けることもできる。例えば、高周波側の応答性が小さい場合には、予め高周波側の応答性の高い予変調部あるいは補完部とする。もちろん、予変調部と補完部を同時に設ける必要はなく、光送信器、光受信器のどちらか一方に設けてもよい。

【0082】なお、上記実施の形態で、半導体レーザーとしては、たとえば、波長1.2~1.6 $\mu$ m帯のInP系材料の長波長レーザー、0.98 $\mu$ m帯の半導体レーザー、発振波長0.78 $\mu$ m帯のGaAlAs系材料のレーザーなどが利用できる。

【0083】又、上記実施の形態では、光ファイバには、例えば、通常の光ファイバが使用される。これには、例えば、コア径10~300 $\mu$ m程度の通常の光ファイバがある。なお、マルチモード光ファイバ、シングルモード光ファイバいずれも使用可能である。

【0084】又、上記実施の形態では、増幅器を挿入しているが、信号レベルが十分に確保できている場合には、増幅器を挿入する必要はない。

【0085】以上述べたところから明らかなように、本発明は、たとえば、デジタル・アナログ変換器に複数のデジタル信号を入力し、前記デジタル・アナログ変換器からの多値出力信号を電気・光変換器にて光信号に変換して伝送する光送信器である。なお、上記光送信器のデジタル・アナログ変換器に入力する複数のデジタル信号はRZ(return to zero)信号か、またはNRZ(non-return zero)信号である場合はRZ信号に変換した信号であってもよい。

【0086】また、本発明は、たとえば、時分割多重されたデジタル信号を複数の時分割信号に変換する時分割器と前記時分割器からの複数の信号が入力する少なくとも1つ以上のデジタル・アナログ変換器と前記デジタル・アナログ変換器からの多値出力信号を電気・光変換器にて光信号に変換して伝送する光送信器である。

【0087】また、本発明は、たとえば、上記光送信器からの光信号を受信する光受信器として、光・電気変換器にて電気信号に変換し、前記電気信号をアナログ・デジタル変換器に入力し、出力端子から出力する並列した

複数の信号を、送信した複数のデジタル信号として取り出す構成とする。

【0088】さらに、複数のデジタル・アナログ変換器から複数の多値出力信号を各々波長の異なる光信号に複数の電気・光変換器にて変換し、各波長の光を光合波器にて1本の光ファイバで伝送する光送信器とこの光を受信する光受信器を構成することもできる。さらに、デジタル・アナログ変換器に入力する複数のデジタル信号の所定の時間スロット内のビットを1とし、その時間スロット内での前記デジタル・アナログ変換器からの信号をパイロット信号として多値出力信号と共に送信する光送信器とこの光を受信する光受信器を構成することもできる。

【0089】また、本発明は、たとえば、パイロット信号源を備え、前記パイロット信号源からの基準レベル信号を電気・光変換器にて、波長の異なる光信号に変換し、光合波器で波長多重して出力する光送信器とこの光を受信する光受信器を構成することもできる。

【0090】また、本発明は、たとえば、本発明の、少なくとも1つの光送信器と少なくとも1つの光受信器とで構成され、かつ1つ以上の光信号の入出力部を有し、光信号の送受信をともに行うことを特徴とする光伝送装置である。

【0091】また、本発明は、たとえば、本発明の光送信器、光受信器、光伝送装置の組み合わせで構成されることを特徴とする光伝送システムである。

【0092】なお、本発明のM種類の2値または多値の信号は、上述された本実施の形態では、2または4系統の、0または1の二つの値をとる2値のデジタル信号であった。しかし、これに限らず、本発明のM種類の2値または多値の信号は、要するに、M種類の2値または多値の信号 $S_1, \dots, S_M$ であってもよい。

【0093】また、このようなM種類の信号 $S_1, \dots, S_M$ をあらかじめ定められたルールに基づいてN( $<M$ )種類の信号 $T_1, \dots, T_N$ へ変換する際には、(1)任意の $i$ ( $1 \leq i \leq M$ )に対して、信号 $S_i$ はM種類の信号を要素とするL( $N \leq L < M$ )個の空ではないグループ $G_1, \dots, G_L$ の何れかに属し、(2)任意の $j$ ( $1 \leq j \leq N$ )に対して、信号 $T_j$ はN種類の信号を要素とするL個の空ではないグループ $H_1, \dots, H_L$ の何れかに属し、(3)任意の $k$ ( $1 \leq k \leq L$ )に対して、グループ $H_k$ に属する各信号の値の組み合わせはグループ $G_k$ に属する信号の値の組み合わせの何れかのパターンに対応して決定されてもよい。ただし、このような変換を行うための変換手段として従来のデジタル・アナログ変換器をそのまま利用することは困難であるため、専用の変換器を作成することになる。また、このような場合、受信側のアナログ・デジタル変換器にも、同様な改良が必要である。

【0094】なお、グループ $H_k$ に属する信号が複数で

あってもよいことは、もちろんである。たとえば、5種類の2値の信号 $S_1, \dots, S_5$ 、に対し、二つのグループ $G_1 = \{S_1, S_2, S_3\}$ 、 $G_2 = \{S_4, S_5\}$ を考え、グループ $G_1$ に属する信号 $S_1, S_2, S_3$ よりグループ $H_1$ に属する信号である4値の信号 $T_1^{(1)}$ および2値の信号 $T_1^{(2)}$ を生成し、グループ $G_2$ に属する信号 $S_4, S_5$ よりグループ $H_2$ に属する信号である4値の信号 $T_2$ を生成してもよい。要するに、任意の $k$  ( $1 \leq k \leq L$ ) に対して、グループ $H_k$ に属する信号の種類はグループ $G_k$ に属する信号の種類よりも少なければよい。

【0095】このような構成により、光伝送するデバイスの応答性を緩和しつつ、光伝送系としては高速データレートを確保でき、低コストな光伝送システムが構築できる。

【0096】

【発明の効果】以上述べたところから明かなように本発明は、たとえば簡単な構成で有りながら大容量の伝送が可能で光伝送するデバイスの要求性能を緩和できるといふ長所を有する。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施の形態1の光伝送システムの構成図

【図2】本発明の実施の形態1の、D1におけるデジタル信号の時間変動の説明図(図2(a))、D2におけるデジタル信号の時間変動の説明図(図2(b))、デジタル・アナログ変換器1の出力における時分割多重信号の時間変動の説明図(図2(c))

【図3】本発明の実施の形態2の光伝送システムの構成図

【図4】本発明の実施の形態3の光伝送システムの構成図

【図5】本発明の実施の形態4の、D1におけるデジタル信号の時間変動の説明図(図5(a))、D2におけ

るデジタル信号の時間変動の説明図(図5(b))、デジタル・アナログ変換器1の出力における時分割多重信号の時間変動の説明図(図5(c))

【図6】本発明の実施の形態5の光伝送システムの構成図

【図7】本発明の実施の形態6の、D1におけるデジタル信号の時間変動の説明図(図7(a))、D2におけるデジタル信号の時間変動の説明図(図7(b))、デジタル・アナログ変換器1の、パイロット信号が挿入された出力信号の時間変動の説明図(図7(c))

【図8】本発明の実施の形態7の光伝送システムの構成図

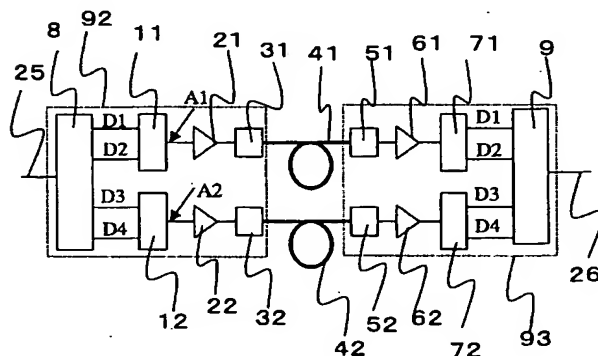
【図9】従来の光伝送システムの構成図

【図10】従来の、D1におけるデジタル信号の時間変動の説明図(図10(a))、D2におけるデジタル信号の時間変動の説明図(図10(b))、時分割多重器100の出力における時分割多重信号の時間変動の説明図(図10(c))

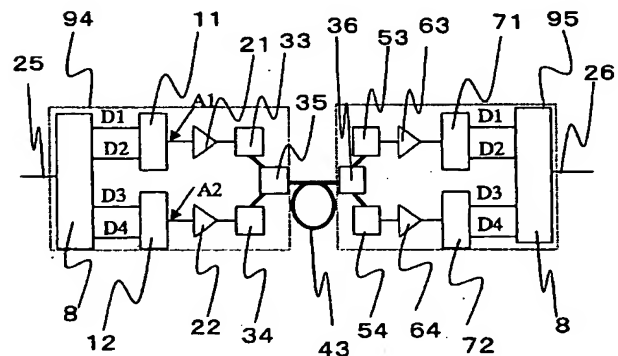
【符号の説明】

- |                     |              |
|---------------------|--------------|
| 90、92、94、96、98      | 光送信器         |
| 91、93、95、97、99      | 光受信器         |
| 3、31、32、33、34、37、38 | 半導体レーザー      |
| 5、51、52、53、54、55、56 | 光・電気変換部      |
| 1、11、12             | デジタル・アナログ変換器 |
| 7、71、72、10          | アナログ・デジタル変換器 |
| 8                   | DEMUX(時分割器)  |
| 9                   | MUX(時分割多重器)  |
| 4、41、42、43、44、45    | 光ファイバ        |
| 35                  | 光合波器         |
| 36                  | 光分波器         |

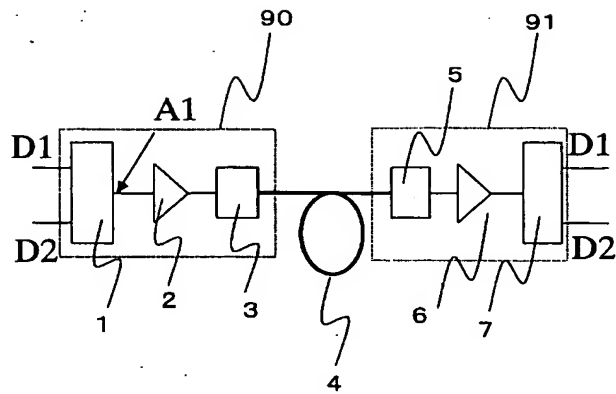
【図3】



【図4】

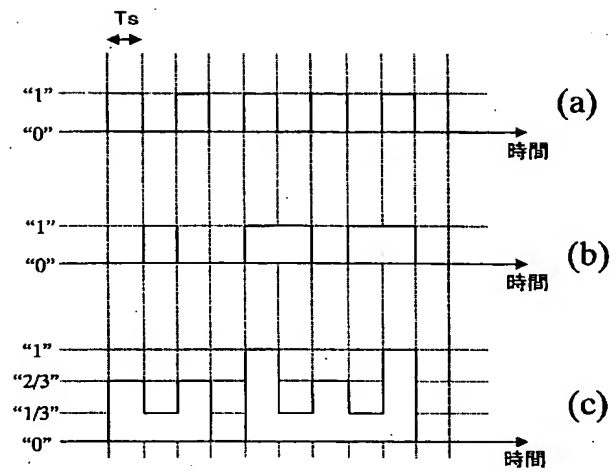


【図1】

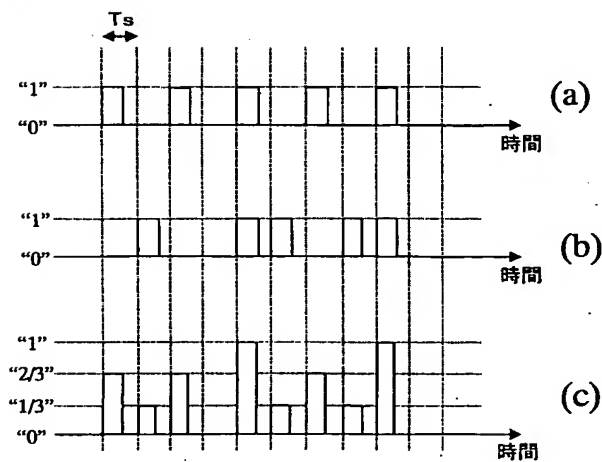


- 1: デジタル・アナログ変換器  
 2: 信号増幅部  
 3: 半導体レーザ  
 4: 光ファイバ  
 5: 光・電気変換部  
 6: 増幅器  
 7: アナログ・デジタル変換器  
 90: 光送信器  
 91: 光受信器

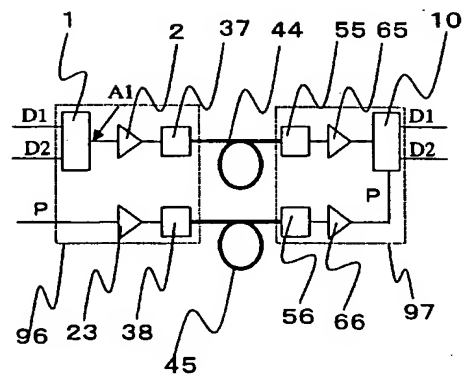
【図2】



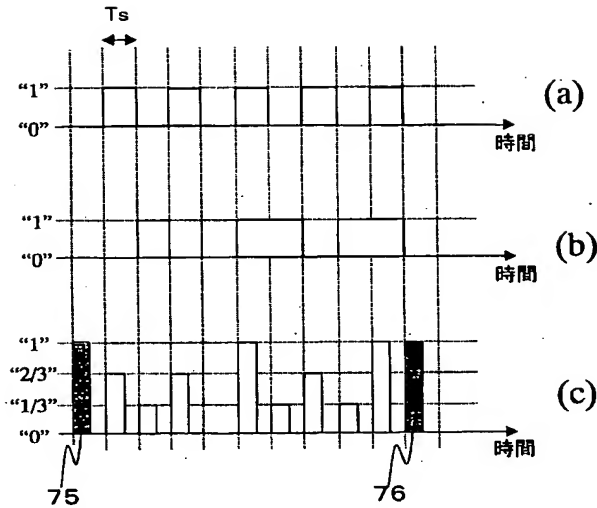
【図5】



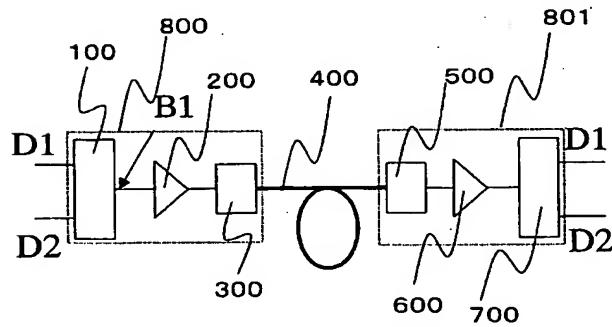
【図6】



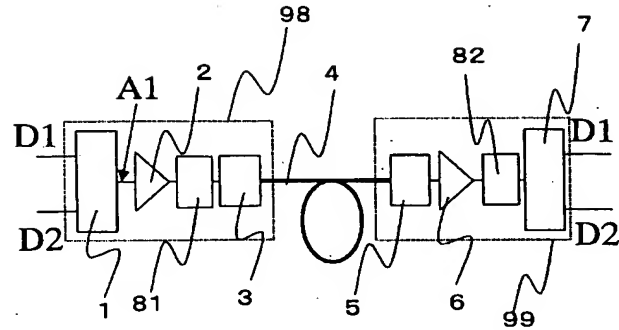
【図7】



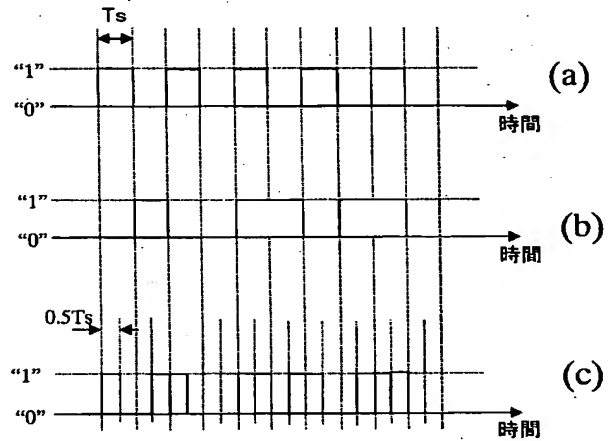
【図9】



【図8】



【図10】



フロントページの続き

(72) 発明者 朝倉 宏之  
大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器  
産業株式会社内

F ターム(参考) 5K002 AA01 AA03 BA05 BA13 CA01  
DA02 DA03 DA06 FA01  
5K029 AA11 CC04 FF02 GG03 JJ01

\* NOTICES \*

JPO and NCIP are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

CLAIMS

[Claim(s)]

[Claim 1] The number conversion means of transmitting-side signals for changing into the signal of N ( $<M$ ) class which includes the signal of a multiple value at least based on the Ruhr where the value which a signal can take inputted the signal which is M kinds of binary and/or a multiple value, and was defined beforehand, It has a transmitting-side lightwave signal conversion means for changing said N kind of each signal into a lightwave signal, respectively. On the occasion of said conversion by said number conversion means of transmitting-side signals, the combination of the value of said N kind of each signal is an optical transmitter characterized by what it opts for corresponding to which pattern of the combination of the value of M kinds of said signals based on said Ruhr.

[Claim 2] The signal whose value which a signal can take is M kinds of binary and/or a multiple value is used. As opposed to the signal of N ( $<M$ ) class which was generated by the conversion based on the Ruhr appointed beforehand and which includes the signal of a multiple value at least A receiving-side lightwave signal conversion means to perform conversion for restoring the lightwave signal of N class generated by performing optical conversion to a lightwave signal to said N kind of signal, respectively, From said N kind restored, respectively of signal, it is based on the predetermined relation corresponding to said Ruhr. It has a number conversion means of receiving-side signals to perform conversion for restoring said M kinds of signals, and said conversion by said number conversion means of receiving-side signals is faced. The combination of the value of M kinds of each of said signal The optical receiver characterized by what it opts for corresponding to which pattern of the combination of the value of said N kind of signal based on said relation.

[Claim 3] The optical transmitter according to claim 1 characterized by having a division means for generating the signal of binary [ said / M kinds of ], and/or a multiple value by dividing the signal inputted from the exterior.

[Claim 4] The signal of binary [ said / M kinds of ] and/or a multiple value is an optical receiver according to claim 2 characterized by having a synthetic means for restoring the signal inputted from said exterior by being generated by dividing the signal inputted from the exterior, and compounding the signal of binary [ said / which was restored / M kinds of ], and/or a multiple value.

[Claim 5] Conversion to said lightwave signal of said N kind of signal is performed using the light from which wavelength differs, respectively. It is the optical transmitter according to claim 1 characterized by having a multiplexing means for multiplexing said N kind changed using the light from which said wavelength differs of lightwave signal to the lightwave signal of N' ( $<N$ ) class, and performing transmission to a receiving side using said lightwave signal of N' ( $<N$ ) class it was multiplexed [ class ].

[Claim 6] Said N kind of lightwave signal is an optical receiver according to claim 2

which is generated by conversion using the light from which wavelength differs, it is multiplexed by the lightwave signal of N' class, is transmitted to it, and is characterized by having a separation means for restoring said N kind of lightwave signal by [ said ] being multiplexed and separating said lightwave signal of N' class transmitted.

[Claim 7] The optical transmitter according to claim 1 characterized by having a pilot signal generation means to generate the pilot signal for being used for amendment of the level variation of said lightwave signal transmitted to a receiving side based on a predetermined regulation.

[Claim 8] The optical receiver according to claim 2 characterized by having a level variation amendment means for amending level variation of said lightwave signal by using the pilot signal for being used for amendment of the level variation of said lightwave signal transmitted from a transmitting side.

[Claim 9] The optical transmitter according to claim 1 characterized by having a modulation means beforehand to said N kind of signal in order to compensate wave degradation of said lightwave signal.

[Claim 10] The optical receiver according to claim 2 characterized by having an equivalence means for compensating said wave degradation to said restored N kind of signal.

[Claim 11] Said pilot signal is an optical transmitter according to claim 7 characterized by being that it being generated by making the bit within said M kinds of predetermined time amount slots of the signal of binary and/or a multiple value into a reference value, and being transmitted to a receiving side based on said predetermined regulation is transmitted to a receiving side as said a part of lightwave signal using conversion to said lightwave signal of said N kind of signal.

[Claim 12] Said pilot signal is an optical receiver according to claim 8 characterized by being taking out a reference value [ in / it being generated by making the bit within said M kinds of predetermined time amount slots of the signal of binary and/or a multiple value into a reference value, and using said pilot signal / said predetermined time amount slot ].

[Claim 13] Said pilot signal is an optical transmitter according to claim 7 characterized by being that conversion to a lightwave signal being performed and being transmitted to a receiving side based on said predetermined regulation is transmitted to a receiving side using the optical transmission line of dedication.

[Claim 14] Said pilot signal is an optical receiver according to claim 8 characterized by being restoring and using said pilot signal from the lightwave signal which conversion to a lightwave signal is performed, is transmitted to a receiving side using the optical transmission line of dedication, and is transmitted to a receiving side as using said pilot signal using the optical transmission line of said dedication.

[Claim 15] Said pilot signal is an optical transmitter according to claim 7 characterized by being transmitted to a receiving side after conversion to a lightwave signal being performed and being transmitted to a receiving side based on said predetermined regulation is multiplexed by said N kind of lightwave signal [ all or part of ].

[Claim 16] Said pilot signal is an optical receiver according to claim 8 characterized by being separating the lightwave signal which is transmitted to a receiving side after conversion to a lightwave signal was performed and being multiplexed by said N kind of lightwave signal [ all or part of ], and is transmitted to a receiving side after using said pilot signal's is multiplexed by said N kind of lightwave signal [ all or part of ], and restoring and using said pilot signal.

[Claim 17] The signal of binary [ said / M kinds of ] and/or a multiple value is an optical transmitter according to claim 1 characterized by being RZ (return to zero) signal.



[Claim 18] The number conversion means of transmitting-side signals for changing into the signal of  $N$  ( $<M$ ) class which includes the signal of a multiple value at least based on the Ruhr where the value which a signal can take inputted the signal which is  $M$  kinds of binary and/or a multiple value, and was defined beforehand, It has a transmitting-side lightwave signal conversion means for changing said  $N$  kind of each signal into a lightwave signal, respectively. Said conversion by said number conversion means of transmitting-side signals is faced. The combination of the value of said  $N$  kind of each signal The optical transmitter determined corresponding to which pattern of the combination of the value of  $M$  kinds of said signals based on said Ruhr, A receiving-side lightwave signal conversion means to perform conversion for restoring the lightwave signal of  $N$  class generated by said conversion by said transmitting-side lightwave signal conversion means to said  $N$  kind of signal, respectively, From said  $N$  kind restored, respectively of signal, it is based on the predetermined relation corresponding to said Ruhr. It has a number conversion means of receiving-side signals to perform conversion for restoring said  $M$  kinds of signals, and said conversion by said number conversion means of receiving-side signals is faced. The combination of the value of  $M$  kinds of each of said signal The lightwave transmission system characterized by having the optical transmission line for transmitting a lightwave signal which connects the optical receiver determined corresponding to which pattern of the combination of the value of said  $N$  kind of signal, and said optical transmitter and said optical receiver based on said relation.

[Claim 19] With the signal of binary [ said /  $M$  kinds of ], and/or a multiple value They are the signals  $S_1, \dots, S_M$  of binary [ said /  $M$  kinds of ], and/or a multiple value. With said  $N$  kind which includes the signal of a multiple value at least of signal They are said  $N$  kind which includes the signal of a multiple value at least of signals  $T_1, \dots, T_N$ . the combination of the value of said  $N$  kind of each signal being determined corresponding to which pattern of the combination of the value of  $M$  kinds of said signals based on said Ruhr (1) Signal  $S_i$  belongs to  $i$  ( $1 \leq i \leq M$ ) of arbitration for any of the groups  $G_1, \dots, G_L$  of  $L$  ( $N \leq L < M$ ) individual which uses said  $M$  kinds of signals as an element being, and  $j$  ( $1 \leq j \leq N$ ) of (2) arbitration is received. Signal  $T_j$  belongs for any of  $L$  groups  $H_1, \dots, H_L$  who use said  $N$  kind of signal as an element being, and  $k$  ( $1 \leq k \leq L$ ) of (3) arbitration is received. There are few classes of signal belonging to Group  $H_k$  than the class of signal belonging to Group  $G_k$ . The combination of the value of each signal belonging to Group  $H_k$  is a lightwave transmission system according to claim 18 characterized by what it opts for corresponding to which pattern of the combination of the value of the signal belonging to Group  $G_k$ .

[Claim 20] the class of signal belonging to said group  $H_k$  that it is fewer than the class of signal belonging to Group  $G_k$  It is  $L=N$  and the signal belonging to said group  $H_k$  is only one kind of Signal  $T_k$ . the combination of the value of each signal belonging to Group  $H_k$  being determined corresponding to which pattern of the combination of the value of the signal belonging to Group  $G_k$  The value of the signal  $T_k$  in predetermined timing is a lightwave transmission system according to claim 19 characterized by what it opts for corresponding to which pattern and one to one of a value of combination. [ of the signal belonging to the group  $G_k$  in the timing ]

[Claim 21] The optical transmission device characterized by having an optical transmitter according to claim 1 and an optical receiver according to claim 2.

[Translation done.]

\* NOTICES \*

JPO and NCIP are not responsible for any

damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.

2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.

3. In the drawings, any words are not translated.

## DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention] This invention relates to the optical transmitter used for optical communication, CATV, optical measurement, mobile communications, etc., an optical receiver, a lightwave transmission system, and an optical transmission device.

[0002]

[Description of the Prior Art] In recent years, the optical transmission which digital-signal-izes the image, voice, or data of many channels which harnessed the low loss of an optical fiber and a broadband property in image monitoring system, CATV, a subscriber system, or mobile communications has put in practical use. Since all media are digitized in these, it is in the inclination which a data transmission rate accelerates.

[0003] First, the configuration and actuation of the conventional lightwave transmission system are explained, referring to drawing 9 and drawing 10 (a) - (c). In addition, drawing 9 is the block diagram of the conventional lightwave transmission system. Moreover, the explanatory view of the time variation of a digital signal [ in / in the explanatory view of the time variation of a digital signal / in / in drawing 10 (a) / D1 / and drawing 10 (b) / D2 ] and drawing 10 (c) are explanatory views of the time variation of the Time-Division-Multiplexing signal in the output (B1 of drawing 9 ) of the Time-Division-Multiplexing machine 100.

[0004] In the optical transmitter 800 side, two digital signals in D1 and D2 are inputted into the Time-Division-Multiplexing machine 100. Time Division Multiplexing of these is carried out, they are outputted from B1 (refer to drawing 10 (c)) as one signal, are amplified with amplifier 200, and are inputted into the electrical and electric equipment and a phototransducer 300. The electrical signal amplified with amplifier 200 is changed into a lightwave signal with the electrical and electric equipment and a phototransducer 300, and is transmitted to the optical receiver 801 side with an optical fiber 400.

[0005] The transmitted lightwave signal is inputted into the optical receiver 801, and is amplified with the amplifier 600 which was changed into the electrical signal and prefaced by the photoelectric transducer 500. And the amplified electrical signal is inputted into the time-sharing machine 700, and is divided and outputted to two digital signals D1 and D2.

[0006]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] However, by the conventional above-mentioned method, since the signal of B1 is carrying out Time Division Multiplexing of the signal of D1 and D2, it serves as a twice as many data rate (time interval  $0.5T_s$ ) as this, and will be changed into a lightwave signal with the electrical and electric equipment and a phototransducer. Furthermore, this high-speed lightwave signal will be received also in an optical receiver.

[0007] Therefore, the responsibility for which the electrical and electric equipment, a phototransducer, and a photoelectric transducer are asked must be a high speed, and if the number of networks of the digital signal to transmit increases, the high optical transmission device (for example, photodiode which are semiconductor laser and a

photodetector) of cost is needed. It is because highly precise temperature control and a RF circuit design are required in order to plan stability of the transmission engine performance.

[0008] In case this invention carries out optical transmission of the high-speed digital signal in consideration of such an above-mentioned conventional technical problem, it aims to let the configuration which can ease the military requirement of an optical transmission device easy and offer the optical transmitter which can build a low cost lightwave transmission system, an optical receiver, an optical transmission device, and a lightwave transmission system.

[0009]

[Means for Solving the Problem] The first this invention (it corresponds to claim 1) inputs the signal whose value which a signal can take is M kinds of binary and/or a multiple value. The number conversion means of transmitting-side signals for changing into the signal of N ( $<M$ ) class which includes the signal of a multiple value at least based on the Ruhr appointed beforehand, It has a transmitting-side lightwave signal conversion means for changing said N kind of each signal into a lightwave signal, respectively. It is the optical transmitter characterized by determining the combination of the value of said N kind of each signal corresponding to which pattern of the combination of the value of M kinds of said signals based on said Ruhr on the occasion of said conversion by said number conversion means of transmitting-side signals.

[0010] The second this invention (it corresponds to claim 2) uses the signal whose value which a signal can take is M kinds of binary and/or a multiple value. As opposed to the signal of N ( $<M$ ) class which was generated by the conversion based on the Ruhr appointed beforehand and which includes the signal of a multiple value at least A receiving-side lightwave signal conversion means to perform conversion for restoring the lightwave signal of N class generated by performing optical conversion to a lightwave signal to said N kind of signal, respectively, From said N kind restored, respectively of signal, it is based on the predetermined relation corresponding to said Ruhr. It has a number conversion means of receiving-side signals to perform conversion for restoring said M kinds of signals, and said conversion by said number conversion means of receiving-side signals is faced. The combination of the value of M kinds of each of said signal It is the optical receiver characterized by what it opts for corresponding to which pattern of the combination of the value of said N kind of signal based on said relation.

[0011] The third this invention (it corresponds to claim 3) is the optical transmitter of the first this invention characterized by having a division means for generating the signal of binary [ said / M kinds of ], and/or a multiple value by dividing the signal inputted from the exterior.

[0012] The fourth this invention (it corresponds to claim 4) is the optical receiver of the second this invention characterized by equipping the signal of binary [ said / M kinds of ], and/or a multiple value with the synthetic means for restoring the signal inputted from said exterior by being generated by dividing the signal inputted from the exterior, and compounding the signal of binary [ said / which was restored / M kinds of ], and/or a multiple value.

[0013] The fifth this invention (it corresponds to claim 5) the conversion to said lightwave signal of said N kind of signal Said N kind changed using the light from which it is carried out using the light from which wavelength differs, respectively, and said wavelength differs of lightwave signal It is the optical transmitter of the first this invention characterized by having a multiplexing means for multiplexing to the lightwave signal of N' ( $<N$ ) class, and performing transmission to a receiving side using said lightwave signal

of N' (<N) class it was multiplexed [ class ].

[0014] Said N kind of lightwave signal is generated by conversion using the light from which wavelength differs, and it is multiplexed by the lightwave signal of N' class, it is transmitted to it, and the sixth this invention (it corresponds to claim 6) is the optical receiver of the second this invention characterized by to have a separation means for restoring said N kind of lightwave signal by [ said ] being multiplexed and separating said lightwave signal of N' class transmitted.

[0015] The seventh this invention (it corresponds to claim 7) is the optical transmitter of the first this invention characterized by having a pilot signal generation means to generate the pilot signal for being used for amendment of the level variation of said lightwave signal transmitted to a receiving side based on a predetermined regulation.

[0016] The eighth this invention (it corresponds to claim 8) It is the optical receiver of the second this invention characterized by having a level variation amendment means for amending level variation of said lightwave signal by using the pilot signal for being used for amendment of the level variation of said lightwave signal transmitted from a transmitting side.

[0017] The ninth this invention (it corresponds to claim 9) is the optical transmitter of the first this invention characterized by having a modulation means beforehand to said N kind of signal in order to compensate wave degradation of said lightwave signal.

[0018] The tenth this invention (it corresponds to claim 10) is the optical receiver of the second this invention characterized by having an equivalence means for compensating said wave degradation to said restored N kind of signal.

[0019] The eleventh this invention (it corresponds to claim 11) said pilot signal it being generated by making the bit within said M kinds of predetermined time amount slots of the signal of binary and/or a multiple value into a reference value, and being transmitted to a receiving side based on said predetermined regulation It is the optical transmitter of the seventh this invention characterized by being transmitted to a receiving side as said a part of lightwave signal using conversion to said lightwave signal of said N kind of signal.

[0020] The twelfth this invention (it corresponds to claim 12) is the optical receiver of the eighth this invention characterized by said pilot signal being taking out a reference value [ in / it being generated by making the bit within said M kinds of predetermined time amount slots of the signal of binary and/or a multiple value into a reference value, and using said pilot signal / said predetermined time amount slot ].

[0021] The thirteenth this invention (it corresponds to claim 13) is the optical transmitter of the seventh this invention characterized by said pilot signal being that conversion to a lightwave signal being performed and being transmitted to a receiving side based on said predetermined regulation is transmitted to a receiving side using the optical transmission line of dedication.

[0022] The 14th this invention (it corresponds to claim 14) is the optical receiver of the eighth this invention characterized by said pilot signal being restoring and using said pilot signal from the lightwave signal which conversion to a lightwave signal is performed, is transmitted to a receiving side using the optical transmission line of dedication, and is transmitted to a receiving side as using said pilot signal using the optical transmission line of said dedication.

[0023] The 15th this invention (it corresponds to claim 15) is the optical transmitter of the seventh this invention characterized by said pilot signal being transmitted to a receiving side after conversion to a lightwave signal being performed and being transmitted to a receiving side based on said predetermined regulation is multiplexed by said N kind of lightwave signal [ all or part of ].

[0024] The 16th this invention (it corresponds to claim 16) said pilot signal it being transmitted to a receiving side, after conversion to a lightwave signal was performed and being multiplexed by said N kind of lightwave signal [ all or part of ], and using said pilot signal It is the optical receiver of the eighth this invention characterized by being separating the lightwave signal transmitted to a receiving side after being multiplexed by said N kind of lightwave signal [ all or part of ], and restoring and using said pilot signal.

[0025] The 17th this invention (it corresponds to claim 17) is the optical transmitter of the first this invention characterized by the signal of binary [ said / M kinds of ] and/or a multiple value being an RZ (return to zero) signal.

[0026] The 18th this invention (it corresponds to claim 18) inputs the signal whose value which a signal can take is M kinds of binary and/or a multiple value. The number conversion means of transmitting-side signals for changing into the signal of N ( $<M$ ) class which includes the signal of a multiple value at least based on the Ruhr appointed beforehand, It has a transmitting-side lightwave signal conversion means for changing said N kind of each signal into a lightwave signal, respectively. Said conversion by said number conversion means of transmitting-side signals is faced. The combination of the value of said N kind of each signal The optical transmitter determined corresponding to which pattern of the combination of the value of M kinds of said signals based on said Ruhr, A receiving-side lightwave signal conversion means to perform conversion for restoring the lightwave signal of N class generated by said conversion by said transmitting-side lightwave signal conversion means to said N kind of signal, respectively, From said N kind restored, respectively of signal, it is based on the predetermined relation corresponding to said Ruhr. It has a number conversion means of receiving-side signals to perform conversion for restoring said M kinds of signals, and said conversion by said number conversion means of receiving-side signals is faced. The combination of the value of M kinds of each of said signal It is the lightwave transmission system characterized by having the optical transmission line for transmitting a lightwave signal which connects the optical receiver determined corresponding to which pattern of the combination of the value of said N kind of signal, and said optical transmitter and said optical receiver based on said relation.

[0027] The 19th this invention (it corresponds to claim 19) with the signal of binary [ said / M kinds of ], and/or a multiple value They are the signals  $S_1, \dots, S_M$  of binary [ said / M kinds of ], and/or a multiple value. With said N kind which includes the signal of a multiple value at least of signal They are said N kind which includes the signal of a multiple value at least of signals  $T_1, \dots, T_N$ . the combination of the value of said N kind of each signal being determined corresponding to which pattern of the combination of the value of M kinds of said signals based on said Ruhr (1) Signal  $S_i$  belongs to  $i$  ( $1 \leq i \leq M$ ) of arbitration for any of the groups  $G_1, \dots, G_L$  of  $L$  ( $N \leq L < M$ ) individual which uses said M kinds of signals as an element being, and  $j$  ( $1 \leq j \leq N$ ) of (2) arbitration is received. Signal  $T_j$  belongs for any of  $L$  groups  $H_1, \dots, H_L$  who use said N kind of signal as an element being, and  $k$  ( $1 \leq k \leq L$ ) of (3) arbitration is received. There are few classes of signal belonging to Group  $H_k$  than the class of signal belonging to Group  $G_k$ . The combination of the value of each signal belonging to Group  $H_k$  is the lightwave transmission system of the 18th this invention characterized by what it opts for corresponding to which pattern of the combination of the value of the signal belonging to Group  $G_k$ .

[0028] that the class of signal belonging to said group  $H_k$  has less 20th this invention (it corresponds to claim 20) than the class of signal belonging to Group  $G_k$  It is  $L=N$  and the signal belonging to said group  $H_k$  is only one kind of Signal  $T_k$ . the combination of the

value of each signal belonging to Group Hk being determined corresponding to which pattern of the combination of the value of the signal belonging to Group Gk The value of the signal Tk in predetermined timing is the lightwave transmission system of the 19th this invention characterized by what it opts for corresponding to which pattern and one to one of a value of combination. [ of the signal belonging to the group Gk in the timing ]

[0029] The 21st this invention (it corresponds to claim 21) is an optical transmission device characterized by having the optical transmitter of the first this invention, and the optical receiver of the second this invention.

[0030]

[Embodiment of the Invention] Below, the gestalt of operation concerning this invention is explained, referring to a drawing.

[0031] (Gestalt 1 of operation) First, the configuration of the lightwave transmission system of the gestalt 1 of this operation is explained, referring to drawing 1 and drawing 2 R> 2 (a) - (c). In addition, drawing 1 is the block diagram of the lightwave transmission system of the gestalt of this operation. Moreover, the explanatory view of the time variation of a digital signal [ in / in the explanatory view of the time variation of a digital signal / in / in drawing 2 (a) / D1 / and drawing 2 (b) / D2 ] and drawing 2 (c) are the explanatory views of the time variation of the Time-Division-Multiplexing signal in the output (A1 of drawing 1 ) of a digital-analog converter 1.

[0032] As shown in drawing 1 , a lightwave transmission system consists of an optical transmitter 90 and an optical receiver 91.

[0033] The optical transmitter 90 consists of a digital-analog converter 1, a signal amplifier 2, and semiconductor laser 3 that performs the electrical and electric equipment and optical conversion. In addition, the lightwave signal from the optical transmitter 90 is transmitted with an optical fiber 4, and is inputted into the optical receiver 91. The optical receiver 9 is constituted by light and the electric transducer 5, an amplifier 6, and the analog-to-digital converter 7.

[0034] In addition, a digital-analog converter 1 corresponds to the number conversion means of transmitting-side signals of this invention, and semiconductor laser 3 corresponds to the transmitting-side lightwave signal conversion means of this invention. Moreover, light and the electric transducer 5 correspond to the receiving-side lightwave signal conversion means of this invention, and an analog-to-digital converter 7 corresponds to the number conversion means of receiving-side signals of this invention.

[0035] Below, actuation of the lightwave transmission system of the gestalt of this operation is explained.

[0036] The digital signal which the digital signal shown in the optical transmitter 90 at drawing 2 (a) shows to an input D1 at drawing 2 (b) is inputted into an input D2. This input signal is equivalent to the high order bit (the gestalt of this operation D1) and lower bit (the gestalt of this operation D2) in a digital-analog converter 1, respectively.

[0037] In a digital-analog converter 1, the juxtaposition digital signal inputted between each time amount slot Ts is changed into a multiple-value signal. That is, in order to make a lower bit corresponding to [ 2 / D ] corresponding to D1 for the high order bit of the signal by which a juxtaposition output is carried out, an output signal like drawing 2 (c) is acquired from the output (A1) from a digital-analog converter 1 as a multiple-value signal with the level of four values according to inputs D1 and D2.

[0038] This signal is changed into a lightwave signal by the backward semiconductor laser 3 amplified with the amplifier 2, and is transmitted with an optical fiber 4.

[0039] In the optical receiver 91 side, it changes into an electrical signal by the (1) photoelectric transducer 5, and the transmitted lightwave signal is amplified to

predetermined level required for the analog-to-digital conversion in the latter analog-to-digital converter 7 at the (2) amplifier 6, and is changed into a digital signal with the (3) analog-to-digital converter 7.

[0040] Under the present circumstances, to D1, the signal of drawing 2 (b) D2 by making a lower bit corresponding to  $[2/D]$  corresponding to D1 for the high order bit of the signal by which a juxtaposition output is carried out [ signal of drawing 2 (a) ] It will be outputted, respectively.

[0041] If it considers as the method to which it carries out multiplex [ of the signal ] and digital to analog is used by the above configurations, fluctuation time amount of the signal which carries out optical transmission can be made the same as the time amount slot of the digital signal inputted into a digital-analog converter, and an equivalent transmission speed moreover transmitted can be doubled.

[0042] Thereby, responsibility of an optical transmission device can be made unrelated to the number of signals which carries out multiplex. Therefore, light and electric sensing elements, such as low cost semiconductor laser (for example, a coaxial type or a surface mount mold module) for which broadband responsibility is not required, and a photodiode, can be used as an optical device with a high cost rate at the time of seeing as equipment.

[0043] In addition, although the input to an optical transmitter was made into two lines with the gestalt of this operation, there may be not only this but many input signals. In that case, although the number of level of the multiple-value signal of the output signal from a digital-analog converter increases, the responsibility of an optical device is the same and good.

[0044] Moreover, what is necessary is, as for the optical transmission device, just to secure the responsibility of a signal with a quick rate among input signals with the gestalt of this operation, if transmission speed has the relation of an integral multiple not only in this but mutually although the input signal to an optical transmitter was made into the same transmission speed.

[0045] For example, what is necessary is for the number of input signals to be three, and just to secure the responsibility to the rate corresponding to the time amount slot  $T_s$ , when those inputs are performed by the time amount slot  $T_s$ ,  $2T_s$ , and  $3T_s$ .

[0046] What is necessary is just to let the time amount slot of an input signal with the in short quickest rate be a time basis for deciding the level of the output signal from a digital-analog converter. Of course, the output signal corresponding to an input signal with a rate slower than those other than an input signal with the quickest rate takes the same level in each time amount slot of an input signal with the quickest rate which is included in the time amount slot. In addition, there must not be no big gap in the time amount timing which the level of each input signal inputted into a digital-analog converter has decided. If a big gap is in this timing, when an output will become unstable like [ at the time (for example, when level changes to 1 from 0) of determining the level of an output signal ], it is because an error may arise on the level of an output signal.

[0047] (Gestalt 2 of operation) Below, the configuration of the lightwave transmission system of the gestalt 2 of this operation is explained, referring to drawing 3 . In addition, drawing 3 is the block diagram of the lightwave transmission system of the gestalt of this operation.

[0048] As shown in this drawing, a lightwave transmission system consists of an optical transmitter 92 and an optical receiver 93.

[0049] The optical transmitter 92 consists of the signal divider (DEMUX is called hereafter) 8, digital-analog converters 11 and 12, signal amplifiers 21 and 22, and semiconductor laser 31 and 32 that performs the electrical and electric equipment and



optical conversion. In addition, two lightwave signals from the optical transmitter 93 are respectively transmitted with optical fibers 41 and 42, and are inputted into the optical receiver 93. The optical receiver 93 is constituted by light and the electric transducers 51 and 52, amplifiers 61 and 62, analog-to-digital converters 71 and 72, and the signal multiplex composition machine (MUX is called hereafter) 9 that carries out multiplex [ of the signal ] on a time-axis.

[0050] In addition, the signal divider 8 corresponds to the division means of this invention, the means containing digital-analog converters 11 and 12 is equivalent to the number conversion means of transmitting-side signals of this invention, and the means containing semiconductor laser 31 and 32 is equivalent to the transmitting-side lightwave signal conversion means of this invention. Moreover, the signal multiplex composition machine 9 corresponds to the synthetic means of this invention, the means containing light and the electric transducers 51 and 52 is equivalent to the receiving-side lightwave signal conversion means of this invention, and the means containing analog-to-digital converters 71 and 72 is equivalent to the number conversion means of receiving-side signals of this invention.

[0051] Below, actuation of the lightwave transmission system of the gestalt of this operation is explained.

[0052] It is inputted into the optical transmitter 92 from the input signal line 25, and a high-speed digital signal (for example, 10Gbps) is serially quadrisected by DEMUX8 (each signal is 2.5Gbps), and is outputted to D1-D4.

[0053] The digital signal of D1 and D2 turns into an output signal which has multiple-value level with a digital-analog converter 11, and turns into a lightwave signal by semiconductor laser 31 through an amplifier 21, and an optical fiber 41 is transmitted. Similarly, the digital signal of D3 and D4 turns into an output signal which has multiple-value level with a digital-analog converter 12, and turns into a lightwave signal by semiconductor laser 32 through an amplifier 22, and an optical fiber 42 is transmitted.

[0054] The lightwave signal from an optical fiber 41 is changed into an electrical signal by the photoelectric transducer 51 at the optical receiver 93 side, and it is amplified to predetermined level required for the analog-to-digital conversion in the latter analog-to-digital converter 71 at an amplifier 61, and is changed into a digital signal with an analog-to-digital converter 71. Similarly, the lightwave signal from an optical fiber 42 is changed into an electrical signal by the photoelectric transducer 52, is amplified to predetermined level required for the analog-to-digital conversion in the latter analog-to-digital converter 72 at an amplifier 62, and is changed into a digital signal with an analog-to-digital converter 72.

[0055] In this way, Time Division Multiplexing of the four acquired juxtaposition digital signals is carried out in MUX9, and they are outputted from a signal line 26. In addition, what is necessary is just to use the tape core wire of the 2 heart as optical fibers 41 and 42, in order to double the time amount timing of each signal.

[0056] The system which can carry out high-speed transmission equivalent can be offered by low cost by carrying out time sharing of the high-speed digital signal, considering as a low speed shoes signal by the above configurations, changing this into a multiple-value level signal using some digital-analog converters, and transmitting with an optical fiber using the low cost optical transmission device whose speed of response engine performance is not severe.

[0057] In addition, with the gestalt of this operation, DEMUX quadrisected and the part which carries out digital to analog showed an example which is established only two lines. However, there is especially no limit that not only this but the number of partitions and the



number of networks of digital to analog should just be range in which the signal decision of multiple-value level is possible at the analog-to-digital converter in an optical receiver.

[0058] (Gestalt 3 of operation) Below, the configuration and actuation of the lightwave transmission system of the gestalt 3 of this operation are explained, referring to drawing 4. In addition, drawing 4 is the block diagram of the lightwave transmission system of the gestalt of this operation.

[0059] The lightwave transmission system of the gestalt of this operation differs from the lightwave transmission system (refer to drawing 3) of the gestalt 2 of this operation mentioned above mainly in the following two points. Namely, in (1) light transmitter 94, it is semiconductor laser 33 about the multiple-value level signal from an amplifier 21.

Moreover, when the multiple-value level signal from an amplifier 22 is changed into a lightwave signal by semiconductor laser 34, respectively, The lightwave signal which oscillated on wavelength which is different in semiconductor laser 33 and semiconductor laser 34, and was changed by these In the point and (2) light receiver 95 which wavelength multiplexing is carried out with the optical multiplexing vessel 35, and are transmitted with one optical fiber 34 Carry out wavelength separation of the lightwave signal by which wavelength multiplexing was carried out with an optical separator 36, and the light of each wavelength is changed into an electrical signal by photoelectric transducers 53 and 54. It is the point which amplifies to predetermined level required for analog-to-digital conversion at amplifiers 63 and 64, and is changed into a digital signal with analog-to-digital converters 71 and 72.

[0060] In addition, the optical multiplexing machine 35 corresponds to the multiplexing means of this invention. Moreover, an optical separator 36 corresponds to the separation means of this invention.

[0061] Even if it can build a lightwave transmission system in a single optical transmission line and adds the signal of two or more networks by making it such a configuration, system extensibility can be made easy by adding or permuting the semiconductor laser and optical multiplexing machine with which wavelength differs.

[0062] In addition, multiplexing of this invention was performed by compounding two lightwave signals to one lightwave signal with the gestalt of this operation mentioned above. However, multiplexing of this invention should just be performed by compounding the lightwave signal of not only this but N individual changed in short using the light from which wavelength differs to the lightwave signal of N' (<N) individual.

[0063] (Gestalt 4 of operation) Below, the configuration and actuation of the lightwave transmission system of the gestalt 4 of this operation are explained, referring to drawing 5 (a) - (c). In addition, the explanatory view of the time variation of a digital signal [ in / in the explanatory view of the time variation of a digital signal / in / in drawing 5 (a) / D1 / and drawing 5 R> 5 (b) / D2 ] and drawing 5 (c) are the explanatory views of the time variation of the Time-Division-Multiplexing signal in the output of a digital-analog converter 1.

[0064] The configuration of the lightwave transmission system of the gestalt of this operation is the same as the configuration of the lightwave transmission system of the gestalt 1 of this operation mentioned above. However, in the gestalt of this operation, the signal of D1 and D2 which are inputted into a digital-analog converter 1 (refer to drawing 1) is made into RZ (Return Zero) signal which surely returns to 0 level, even if it is 1 level within the unit time amount slot  $T_s$ , as shown in drawing 5 (a) and (b). As the multiple-value level signal from a digital-analog converter 1 is also shown in drawing 5 (c), it is outputted by this as a signal which returns to 0 level within a unit time amount slot.

[0065] By making it such a signal system, the level of a signal surely returns to 0 level within a unit time amount slot. Therefore, as a transmission band, a low frequency domain is unnecessary, if it is the band which is extent which can perform the pulse response of RZ signal within a unit time amount slot, it is enough, and the system which does not need a broadband property as a transmission system can be built.

[0066] In addition, although the gestalt of this operation showed the example which uses RZ signal as an input signal, by the usual high-speed digital signal generator, a signal is generated as an NRZ (non-return zero) signal. Therefore, a NRZ-RZ converter (not shown) may be inserted in the preceding paragraph of a digital-analog converter, and NRZ-RZ conversion may be performed.

[0067] (Gestalt 5 of operation) Below, the configuration and actuation of the lightwave transmission system of the gestalt 5 of this operation are explained, referring to drawing 6. In addition, drawing 6 is the block diagram of the lightwave transmission system of the gestalt of this operation.

[0068] The lightwave transmission system of the gestalt of this operation differs from the lightwave transmission system (refer to drawing 1) of the gestalt 1 of this operation mentioned above mainly in the following two points. Namely, (1) light transmitter 96 has the signal input part P which inputs a pilot signal. The point and (2) light receiver 97 which change into a lightwave signal the pilot signal inputted through amplifier 23 by semiconductor laser 38, and output it to an optical fiber 45 Change the lightwave signal from an optical fiber 45 into an electrical signal by the photoelectric transducer 56, and it amplifies so that it may be set to the reference level at the time of an amplifier 66 performing analog-to-digital conversion in an analog-to-digital converter 10 (for example, 1 level). It is the point of inputting into the input section P of an analog-to-digital converter 10.

[0069] In addition, a means including the signal input part P which inputs a pilot signal is equivalent to the pilot signal generation means of this invention. Moreover, the means containing the input section P of an analog-to-digital converter 10 is equivalent to the level variation amendment means of this invention.

[0070] If the pilot signal which hits reference level is established separately and transmitted by such configuration, the overall level variation at the time of a signal transmission will be amended, and normal analog-to-digital conversion in an optical receiver can be performed.

[0071] In addition, although the optical fiber which transmits a pilot signal was separately prepared with the gestalt of this operation, it can also transmit with one optical fiber by differing and carrying out wavelength multiplexing of the oscillation wavelength of semiconductor laser 37 and semiconductor laser 38 using an optical multiplexing machine. In that case, an optical separator is prepared with an optical receiver and wavelength separation of the lightwave signal by which wavelength multiplexing was carried out is carried out.

[0072] (Gestalt 6 of operation) Below, the configuration and actuation of the lightwave transmission system of the gestalt 6 of this operation are explained, referring to drawing 7 (a) - (c). In addition, the explanatory view of the time variation of a digital signal [ in / in the explanatory view of the time variation of a digital signal / in / in drawing 7 (a) / D1 / and drawing 7 R> 7 (b) / D2 ] and drawing 7 (c) are the explanatory views of the time variation of the output signal with which the pilot signal of a digital-analog converter 1 was inserted.

[0073] The configuration of the lightwave transmission system of the gestalt of this operation is the same as the configuration of the lightwave transmission system (refer to

drawing 6 ) of the gestalt 5 of this operation mentioned above. However, in the gestalt of this operation, as it is made to generate within the digital-analog converter of an optical transmitter beforehand and a pilot signal is inserted into the digital-to-analog signal by the input signal (refer to drawing 7 (a) and (b)) from D1 and D2, it is outputted from a digital-analog converter.

[0074] As an example of an output signal, as shown in drawing 7 (c), the pilot signals 75 and 76 of 1 level are inserted and formed into RZ signal.

[0075] In an optical receiver, the output signal from the digital-analog converter transmitted as a lightwave signal is changed into an electrical signal. And an analog-to-digital converter extracts a pilot signal from the inputted signal (refer to drawing 7 (c)), and it performs analog-to-digital conversion, referring to the level.

[0076] By making it such a configuration, attachment transmission of the pilot signal is carried out by electric time multiplied, the overall level variation at the time of a signal transmission is amended, and normal analog-to-digital conversion in an optical receiver can be performed.

[0077] In addition, insertion of a pilot signal was performed with the gestalt of this operation mentioned above by finding out the empty slot of the input signal from D1 and D2, and inserting pilot signals 75 and 76. However, insertion of not only this but a pilot signal may be performed by generating the empty slot for inserting a pilot signal positively by shifting the input signal from D1 and D2. Moreover, with the gestalt of this operation mentioned above, the pilot signal does not need to be formed into RZ signal not only in this, although RZ signal was formed.

[0078] (Gestalt 7 of operation) Below, the configuration and actuation of the lightwave transmission system of the gestalt 7 of this operation are explained, referring to drawing 8 . In addition, drawing 8 is the block diagram of the lightwave transmission system of the gestalt of this operation.

[0079] The lightwave transmission system of the gestalt of this operation differs from the lightwave transmission system (refer to drawing 1 ) of the gestalt 1 of this operation mentioned above mainly in the following two points. That is, in (1) light transmitter 98, it is the point of having formed the compensation section 82 which amends wave degradation under optical transmission between amplifier 6 and an analog-to-digital converter 7, in the point and (2) light receive section 99 for which the modulation section 81 is beforehand prepared in order to amend wave degradation under optical transmission between amplifier 2 and semiconductor laser 3.

[0080] By making it such a configuration, the waveform distortion under the effect of the wavelength dispersion in an optical fiber 4 etc. is amended, and normal analog-to-digital conversion in an optical receive section can be performed.

[0081] Moreover, the modulation section and the compensation section can also be beforehand prepared so that the frequency-response nature of semiconductor laser, or a light and an electric transducer may be complemented. for example, when the responsibility by the side of a RF is small, the responsibility by the side of a RF is high beforehand -- it considers as the modulation section or the complement section beforehand. Of course, it is not necessary to prepare the modulation section and the complement section in coincidence beforehand, and you may prepare in one of an optical transmitter and the optical receivers.

[0082] In addition, as semiconductor laser, the long wavelength laser of the InP system ingredient of a wavelength the band of 1.2-1.6 micrometers, the semiconductor laser of 0.98-micrometer band, the laser of the GaAlAs system ingredient of an oscillation wavelength the band of 0.78 micrometers, etc. can be used with the gestalt of the

above-mentioned implementation, for example.

[0083] Moreover, with the gestalt of the above-mentioned implementation, the usual optical fiber is used for an optical fiber. There is the usual optical fiber with a core diameter of about 10-300 micrometers in this. In addition, a multimode optical fiber and a single mode optical fiber -- all are usable.

[0084] Moreover, with the gestalt of the above-mentioned implementation, although the amplifier is inserted, when signal level has fully secured, it is not necessary to insert an amplifier.

[0085] This invention is an optical transmitter which inputs two or more digital signals into a digital-analog converter, and changes and transmits the multiple-value output signal from said digital-analog converter to a lightwave signal with the electrical and electric equipment and a phototransducer so that clearly from the place described above. In addition, two or more digital signals inputted into the digital-analog converter of the above-mentioned optical transmitter may be signals changed into RZ signal, when it is RZ (return to zero) signal or an NRZ (non-return zero) signal.

[0086] Moreover, this invention is an optical transmitter which changes and transmits the multiple-value output signal from at least one or more digital-analog converters into which two or more signals from the time-sharing machine changed into two or more time-sharing signals and said time-sharing machine input the digital signal by which Time Division Multiplexing was carried out, for example, and said digital-analog converter to a lightwave signal with the electrical and electric equipment and a phototransducer.

[0087] Moreover, as an optical receiver which receives the lightwave signal from for example, the above-mentioned optical transmitter, this invention is changed into an electrical signal in a photoelectric transducer, inputs said electrical signal into an analog-to-digital converter, and considers it as the configuration which takes out two or more signals which are outputted from an output terminal, and which were arranged in parallel as two or more transmitted digital signals.

[0088] Furthermore, the optical transmitter which changes two or more multiple-value output signals into the lightwave signal with which wavelength differs respectively from two or more digital-analog converters with two or more electrical and electric equipment and phototransducers, and transmits the light of each wavelength with one optical fiber with an optical multiplexing vessel, and the optical receiver which receives this light can also be constituted. Furthermore, the optical transmitter which sets to 1 the bit within the predetermined time amount slot of two or more digital signals inputted into a digital-analog converter, and is transmitted with a multiple-value output signal by making the signal from said digital-analog converter within that time amount slot into a pilot signal, and the optical receiver which receives this light can also be constituted.

[0089] Moreover, this invention is equipped for example, with the source of a pilot signal, can change the reference level signal from said source of a pilot signal into the lightwave signal from which wavelength differs with the electrical and electric equipment and a phototransducer, and can also constitute the optical transmitter which carries out wavelength multiplexing and which is outputted with an optical multiplexing vessel, and the optical receiver which receives this light.

[0090] Moreover, this invention is an optical transmission device characterized by consisting of at least one optical transmitter of this invention, and at least one optical receiver, and having the I/O section of one or more lightwave signals, and both transmitting and receiving a lightwave signal.

[0091] Moreover, this inventions are the optical transmitter of this invention, an optical receiver, and a lightwave transmission system characterized by consisting of combination

of an optical transmission device.

[0092] In addition, the signal of binary [ of this invention / M kinds of ] or a multiple value was a binary digital signal which takes two values, 2 or four lines, of 0 or 1 with the gestalt of this operation mentioned above. However, in short, the signals of binary [ of not only this but this invention / M kinds of ] or a multiple value may be the signals S1, ..., SM of binary [ M kinds of ], or a multiple value.

[0093] moreover, in case M kinds of such signals S1, ..., SM are changed into the signals T1, ..., TN of N ( $N < M$ ) class based on the Ruhr which was able to be appointed beforehand Signal Si belongs to i ( $1 \leq i \leq M$ ) of arbitration for any of the groups G1, ..., GL who are not the empty of L ( $N \leq L < M$ ) individual which uses the signal of M class as an element being, and j ( $1 \leq j \leq N$ ) of (2) arbitration is received. (1) -- Signal Tj belongs for any of the groups H1, ..., HL who are not L empty which uses the signal of N class as an element being, and k ( $1 \leq k \leq L$ ) of (3) arbitration is received. The combination of the value of each signal belonging to Group Hk may be determined corresponding to which pattern of the combination of the value of the signal belonging to Group Gk. However, since it is difficult to use the conventional digital-analog converter as it is as a conversion means for performing such conversion, the converter of dedication will be created. Moreover, in such a case, the same amelioration is required also for the analog-to-digital converter of a receiving side.

[0094] In addition, of course, the signal belonging to Group Hk may be plurality. As opposed to the signals S1, ..., S5 binary [ five kinds of ] For example, two group G1= {S1, S2, S3}, Consider G2= {S4, S5} and the signal T1 of four values which are the signals which belong to a group H1 from the signals S1, S2, and S3 belonging to a group G1 (1), and the binary signal T1 (2) are generated. The signal T2 of four values which are signal S4 belonging to a group G2 and a signal which belongs to a group H2 from S5 may be generated. In short, there should be just few classes of signal which belongs to Group Hk to k ( $1 \leq k \leq L$ ) of arbitration than the class of signal belonging to Group Gk.

[0095] By such configuration, easing the responsibility of the device which carries out optical transmission, a high-speed data rate can be secured as an optical transmission system, and a low cost lightwave transmission system can be built.

[0096]

[Effect of the Invention] While there is this invention, for example with an easy configuration so that clearly from the place described above, it has the advantage in which mass transmission is possible and the military requirement of the device which carries out optical transmission can be eased.

[Translation done.]

\* NOTICES \*

JPO and NCIP are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

## DESCRIPTION OF DRAWINGS

[Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1] The block diagram of the lightwave transmission system of the gestalt 1 of

operation of this invention

[Drawing 2] The explanatory view ( drawing 2 (a)) of the time variation of the digital signal in D1 of the gestalt 1 of operation of this invention, the explanatory view ( drawing 2 (b)) of the time variation of the digital signal in D2, the explanatory view of the time variation of the Time-Division-Multiplexing signal in the output of a digital-analog converter 1 ( drawing 2 (c))

[Drawing 3] The block diagram of the lightwave transmission system of the gestalt 2 of operation of this invention

[Drawing 4] The block diagram of the lightwave transmission system of the gestalt 3 of operation of this invention

[Drawing 5] The explanatory view ( drawing 5 (a)) of the time variation of the digital signal in D1 of the gestalt 4 of operation of this invention, the explanatory view ( drawing 5 (b)) of the time variation of the digital signal in D2, the explanatory view of the time variation of the Time-Division-Multiplexing signal in the output of a digital-analog converter 1 ( drawing 5 (c))

[Drawing 6] The block diagram of the lightwave transmission system of the gestalt 5 of operation of this invention

[Drawing 7] The explanatory view of the time variation of the output signal with which the pilot signal of the explanatory view ( drawing 7 (a)) of the time variation of the digital signal in D1 of the gestalt 6 of operation of this invention, the explanatory view ( drawing 7 (b)) of the time variation of the digital signal in D2, and a digital-analog converter 1 was inserted ( drawing 7 (c))

[Drawing 8] The block diagram of the lightwave transmission system of the gestalt 7 of operation of this invention

[Drawing 9] The block diagram of the conventional lightwave transmission system

[Drawing 10] The explanatory view ( drawing 10 (a)) of the time variation of the digital signal in conventional D1, the explanatory view ( drawing 10 (b)) of the time variation of the digital signal in D2, the explanatory view of the time variation of the Time-Division-Multiplexing signal in the output of the Time-Division-Multiplexing machine 100 ( drawing 10 (c))

[Description of Notations]

90, 92, 94, 96, 98 Optical transmitter

91, 93, 95, 97, 99 Optical receiver

3, 31, 32, 33, 34, 37, 38 Semiconductor laser

5, 51, 52, 53, 54, 55, 56 Light and electric transducer

1, 11, 12 Digital-analog converter

7, 71, 72, 10 Analog-to-digital converter

8 DEMUX (Time-Sharing Machine)

9 MUX (Time-Division-Multiplexing Machine)

4, 41, 42, 43, 44, 45 Optical fiber

35 Optical Multiplexing Machine

36 Optical Separator

[Translation done.]

\* NOTICES \*

JPO and NCIPI are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.

- 2.\*\*\*\* shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

## DRAWINGS

[Drawing 3]

[Drawing 4]

[Drawing 1]

[Drawing 2]

[Drawing 5]

[Drawing 6]

[Drawing 7]

[Drawing 8]

[Drawing 9]

[Drawing 10]

[Translation done.]